บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิเคราะห์

4.1 ผลการจัดทำบัญชีการปล่อยสารมลพิษทางอากาศ

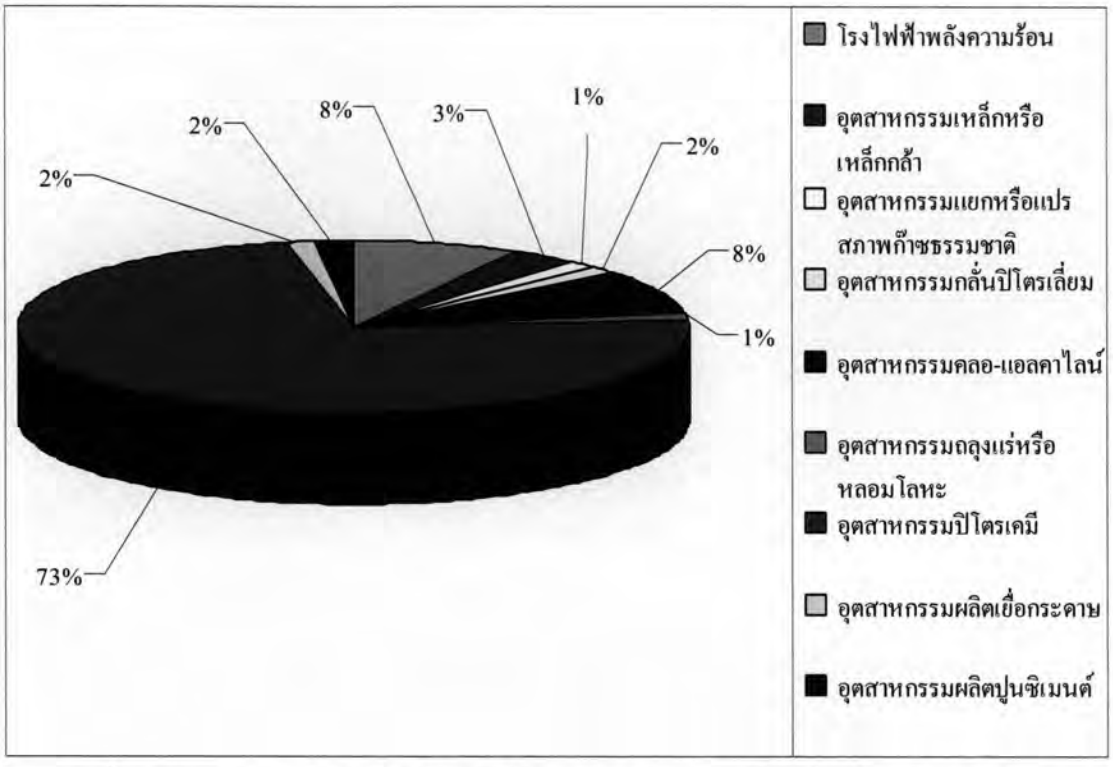
การจัดทำบัญชีการปล่อยสารมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ที่ได้จัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ตามประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง ประเภทและขนาดของอุตสาหกรรมบางประเภทที่ต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ในการศึกษาครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลจากโรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 378 โรงงาน ซึ่งแบ่งตามพื้นที่ตั้งโรงงานออกเป็น 5 ภาค คือ 1.) ภาคเหนือ 2.) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3.) ภาคตะวันออก 4.) ภาคใต้ และ 5.) ภาคกลาง โดยสามารถสรุปจำนวนโรงงานได้ตามตารางที่ 4.1 อย่างไรก็ตาม หากนำมาเปรียบเทียบกับจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมตามการแยกประเภทหรือชนิดของโรงงานที่ออกประกาศตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 ซึ่งแบ่งโรงงานอุตสาหกรรมออกเป็น 107 ประเภท พบว่า จากข้อมูลสถิติของกรมโรงงานอุตสาหกรรมที่แสดงในเว็บไซด์ มีจำนวนโรงงานทั้งหมด 125,347 โรงงาน แสดงให้เห็นว่าสัดส่วนของโรงงานที่จัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมเป็นสัดส่วนที่น้อยมาก คือ มีอยู่ประมาณร้อยละ 0.3 เท่านั้น อย่างไรก็ตาม ข้อมูลในเว็บไซด์ http://www.diw.go.th ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม แสดงข้อมูลการปล่อยมลพิษจากอุตสาหกรรมที่จัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และเป็นแหล่งปล่อยสารมลพิษทางอากาศหลัก มีสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 90 ของปริมาณที่ปล่อยออกจากโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหมด

ในการเก็บข้อมูลอัตราการระบายมลพิษดังกล่าว ซึ่งส่วนใหญ่เป็นข้อมูลผลการตรวจวัดปริมาณสารมลพิษจริงที่ระบายออกจากแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศประเภทปล่อง โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลในระหว่างปี 2546 – 2548 เป็นฐานข้อมูลในการศึกษาทั้งหมด ดังแสดงในภาคผนวก ก.

จากการศึกษาข้อมูลโดยทั่วไป พบว่า กลุ่มอุตสาหกรรมที่มีจำนวนโรงงานมากที่สุด ได้แก่ อุตสาหกรรมปิโตรเคมี มีทั้งสิ้น 276 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 73 ของโรงงานทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 4.1 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงสัดส่วนของประเภทโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ โดยข้อมูลที่ได้รับส่วนใหญ่เป็นโรงงานประเภทปิโตรเคมี และอุตสาหกรรมโรงไฟฟ้าพลังความร้อน เป็นหลัก

ตารางที่ 4.1 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่จัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม

1. ภาคเหนือ	**จำนวนโรงงาน**
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	1
อุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์	1
อุตสาหกรรมถลุงแร่หรือหลอมโลหะ	1
2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	3
อุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษ	1
3. ภาคตะวันออก	
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	11
อุตสาหกรรมปิโตรเคมี	261
อุตสาหกรรมกลั่นปิโตรเลียม	4
อุตสาหกรรมแยกหรือแปรสภาพก๊าซธรรมชาติ	4
อุตสาหกรรมคลอ-แอลคาไลน์	8
อุตสาหกรรมเหล็กหรือเหล็กกล้า	4
อุตสาหกรรมถลุงแร่หรือหลอมโลหะ	1
4. ภาคใต้	
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	6
อุตสาหกรรมปิโตรเคมี	1
อุตสาหกรรมกลั่นปิโตรเลียม	1
อุตสาหกรรมแยกหรือแปรสภาพก๊าซธรรมชาติ	1
อุตสาหกรรมเหล็กหรือเหล็กกล้า	4
อุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์	1
อุตสาหกรรมถลุงแร่หรือหลอมโลหะ	1
5. ภาคกลาง	
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	9
อุตสาหกรรมปิโตรเคมี	14
อุตสาหกรรมกลั่นปิโตรเลียม	1
อุตสาหกรรมคลอ-แอลคาไลน์	22
อุตสาหกรรมเหล็กหรือเหล็กกล้า	5
อุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์	5
อุตสาหกรรมถลุงแร่หรือหลอมโลหะ	2
อุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษ	5



รูปที่ 4.1 แผนภาพวงกลมแสดงสัดส่วนโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้เป็นข้อมูลในการศึกษา

4.1.1 สรุปผลการรวบรวมข้อมูลอัตราการระบายสารมลพิษทางอากาศ

การศึกษาครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลผลการตรวจวัดปริมาณสารมลพิษทางอากาศที่ระบายออกจากปล่องต่างๆ ที่เสนอไว้ในรายงานการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมตามมาตรการที่กำหนดไว้ในรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พบว่า การประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานในการเปลี่ยนวัตถุดิบให้เป็นผลิตภัณฑ์ตามประเภทและขนาดของโรงงาน มีการปล่อยสารมลพิษทางอากาศออกสู่บรรยากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษ 2 ส่วน คือ มาจากการนำเชื้อเพลิงมาเผาไหม้ให้ได้พลังงาน และเกิดจากกระบวนการผลิตของโรงงาน

สารมลพิษทางอากาศจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ การใช้เชื้อเพลิงสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม และการใช้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า การใช้เชื้อเพลิงสำหรับอุตสาหกรรมนั้นมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปีสำหรับเชื้อเพลิงเกือบทุกประเภท ทำนองเดียวกันกับการใช้เชื้อเพลิง สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า แต่การใช้เชื้อเพลิงสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้ามีสัดส่วนค่อนข้างสูงกว่า แหล่งพลังงานที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับอุตสาหกรรมแบ่งออกเป็น 8 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ ไฟฟ้า ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซแอลพีจี น้ำมัน ถ่านหินและลิกไนต์ แกลบ ชานอ้อย

และฟืน อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้พบว่าแหล่งพลังงานหลักที่ใช้กันมาก คือ พลังงานไฟฟ้า ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซแอลพีจี น้ำมัน ถ่านหินและลิกไนต์

สารมลพิษจากกระบวนการผลิต นอกจากสารมลพิษจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่กล่าวมาแล้ว ในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมหลายประเภทยังก่อให้เกิดสารมลพิษชนิดต่างๆ ปล่อยออกสู่บรรยากาศได้อีกมากมาย ซึ่งมีทั้งสารโลหะหนัก สารระเหย และสารเคมีที่ไม่ได้ทำการตรวจวัดจึงยังไม่ได้มีการศึกษาเพื่อจัดทำเป็นฐานข้อมูลหรือคุณสมบัติของอากาศเสียจากอุตสาหกรรมตามประเภทหรือขนาดของอุตสาหกรรมที่มีอยู่ในประเทศไทย ผลกระทบของสารมลพิษเหล่านี้จากกระบวนการผลิตมีลักษณะของผลกระทบที่แตกต่างกัน และระดับของผลกระทบส่วนใหญ่จะจำกัดอยู่ที่บริเวณใกล้เคียงกับโรงงาน เนื่องจากปริมาณการปล่อยสารมลพิษนี้มีปริมาณน้อย เมื่อเทียบกับสารมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง

ดังนั้น จากการรวบรวมข้อมูลดังกล่าว สามารถสรุปผลการรวบรวมข้อมูลอัตราการระบายสารมลพิษทางอากาศแบ่งตามประเภทของสารมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิง คือ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และฝุ่นละออง ดังนี้

4.1.1.1 ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน

จากข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนที่รวบรวมไว้สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลผลการตรวจวัดก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนเฉลี่ยในระหว่างปี 2546-2548 จากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังความร้อน โรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี โรงงานอุตสาหกรรมกลั่นปิโตรเลียม โรงงานอุตสาหกรรมคลอ-แอลคาไลน์ โรงงานอุตสาหกรรมเหล็กหรือเหล็กกล้า โรงงานอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ โรงงานอุตสาหกรรมถลุงแร่หรือหลอมโลหะ และโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษ พบว่า แหล่งที่มีการปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนในระดับที่มีค่าความเข้มข้นสูงมักเป็นแหล่งที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงหลัก โดยเฉพาะจากหน่วยความร้อนของโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่มีค่าเฉลี่ยประมาณ 250.8 ส่วนในล้านส่วน และหน่วยให้ความร้อนของโรงกลั่นน้ำมันที่มีค่าเฉลี่ยประมาณ 284.0 ส่วนในล้านส่วน

4.1.1.2 ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

จากข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่รวบรวมไว้สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.3 แสดงข้อมูลผลการตรวจวัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เฉลี่ยในระหว่างปี 2546-2548 จากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังความร้อน โรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี โรงงานอุตสาหกรรมกลั่นปิโตรเลียม โรงงานอุตสาหกรรมคลอ-แอลคาไลน์ โรงงานอุตสาหกรรมเหล็กหรือเหล็กกล้า โรงงานอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ โรงงานอุตสาหกรรมถลุงแร่หรือหลอม

โลหะ และโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษ พบว่า แหล่งที่มีการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในระดับที่มีค่าความเข้มข้นสูงเป็นแหล่งที่ใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงหลัก

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลผลการตรวจวัดปริมาณก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน เฉลี่ยในระหว่างปี 2546-2548

ประเภทโรงงาน	จุดตรวจวัด	ชนิดเชื้อเพลิง	ความเข้มข้น (ppm)
1.) โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	หม้อไอน้ำ	ก๊าซ/น้ำมันเตา	115.0
	หม้อไอน้ำ	ถ่านหิน	230.0
	หน่วยความร้อนร่วม	ก๊าซ	138.2
2.) โรงงานอุตสาหกรรมเหล็กหรือเหล็กกล้า	หน่วยอบเหล็ก	ก๊าซ	121.4
3.) อุตสาหกรรมแยกหรือแปรสภาพก๊าซธรรมชาติ	หน่วยอบเหล็ก	น้ำมันเตา	191.2
	หน่วยความร้อน	ก๊าซ	110.5
	หม้อไอน้ำ	ก๊าซ	102.1
4.) โรงงานอุตสาหกรรมกลั่นปิโตรเลียม	หน่วยความร้อน	ก๊าซ	196.1
	หน่วยความร้อน	ก๊าซ/น้ำมันเตา	284.0
	หม้อไอน้ำ	ก๊าซ	192.3
	หม้อไอน้ำ	น้ำมันเตา	162.0
5.) โรงงานอุตสาหกรรมคลอ-แอลคาไลน์	หม้อไอน้ำ	น้ำมันเตา	279.8
	หม้อไอน้ำ	ถ่านหิน	209.0
6.) โรงงานอุตสาหกรรมถลุงแร่หรือหลอมโลหะ	เตาหลอม	ไฟฟ้า	221.6
7.) โรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี	หน่วยความร้อน	ก๊าซ	174.9
	หน่วยความร้อน	ก๊าซ/น้ำมันเตา	250.8
	หม้อไอน้ำ	ก๊าซ/น้ำมันเตา	224.1
	หม้อไอน้ำ	น้ำมันเตา	266.0
8.) โรงงานอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษ	หม้อไอน้ำ	ชีวะมวล	190.4
	หม้อไอน้ำ	น้ำมันเตา	280.9
9.) โรงงานอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์	หม้อไอน้ำ	ถ่านหิน	230.1
	หม้อเผา	ถ่านหิน	212.5

แหล่งข้อมูล : ข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในระหว่างปี 2546-2548

โดยเฉพาะจากหม้อไอน้ำของโรงงานทั่วไปที่มีค่าเฉลี่ยประมาณ 603.9 ส่วนในล้านส่วน และหน่วยให้ความร้อนของโรงกลั่นน้ำมันที่มีค่าเฉลี่ยประมาณ 684.0 ส่วนในล้านส่วน ปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นสัดส่วนโดยตรงกับองค์ประกอบของสารซัลเฟอร์ในเชื้อเพลิง ที่น่าสังเกต คือ ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เกิดจากหม้อเผาโรงงานปูนซีเมนต์ เมื่อใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงมีค่าต่ำมาก เนื่องจากองค์ประกอบของวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงานปูนซีเมนต์มีหินปูนเป็น

ส่วนผสมหลัก ดังนั้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในลมร้อนที่มาจากหม้อเผาได้ถูกดูดซับด้วยแคลเซียมออกไซด์ (CaO) ที่มีจำนวนมากในองค์ประกอบของปูนซีเมนต์ โดยทำปฏิกิริยากันภายใต้สภาวะที่มีอุณหภูมิระหว่าง 860-900 องศาเซลเซียส เกิดเป็นสารประกอบแคลเซียมซัลเฟต ($CaSO_4$) ในสถานะของแข็ง

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลผลการตรวจวัดปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เฉลี่ยในระหว่างปี 2546-2548

ประเภทโรงงาน	จุดตรวจวัด	ชนิดเชื้อเพลิง	ความเข้มข้น (ppm)
1.) โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	หน่วยความร้อน	ก๊าซ	55.4
	หน่วยความร้อน	น้ำมันเตา	225.4
	หน่วยความร้อน	ถ่านหิน	297.1
	หน่วยความร้อนร่วม	ก๊าซ	19.2
2.) โรงงานอุตสาหกรรมเหล็กหรือเหล็กกล้า	หน่วยอบเหล็ก	ก๊าซ	8.4
3.) อุตสาหกรรมแยกหรือแปรสภาพก๊าซ	หน่วยอบเหล็ก	น้ำมันเตา	341.2
ธรรมชาติ	หน่วยความร้อน	ก๊าซ	7.5
4.) โรงงานอุตสาหกรรมกลั่นปิโตรเลียม	หม้อไอน้ำ	ก๊าซ	8.1
	หน่วยความร้อน	ก๊าซ	24.4
	หน่วยความร้อน	ก๊าซ/น้ำมันเตา	684.0
	หม้อไอน้ำ	ก๊าซ/น้ำมันเตา	363.7
5.) โรงงานอุตสาหกรรมถลุงแร่หรือหลอม	หม้อไอน้ำ	น้ำมันเตา	946.0
โลหะ	เตาหลอม	ไฟฟ้า	10.4
6.) โรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี	หน่วยความร้อน	ก๊าซ	14.8
	หน่วยความร้อน	ก๊าซ/น้ำมันเตา	603.9
	หม้อไอน้ำ	ก๊าซ/น้ำมันเตา	675.6
7.) โรงงานอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษ	หม้อไอน้ำ	น้ำมันเตา	872.2
	หม้อไอน้ำ	ชีวมวล	98.1
8.) โรงงานอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์	หม้อไอน้ำ	ถ่านหิน	240.9
	หม้อไอน้ำ	น้ำมันเตา	803.4
	หม้อเผา	ถ่านหิน	2.4

แหล่งข้อมูล : ข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในระหว่างปี 2546-2548

4.1.1.3 ฝุ่นละออง

จากข้อมูลปริมาณการปล่อยฝุ่นละอองจากปล่องของโรงงานที่รวบรวมไว้ในระหว่างปี 2546- 2548 สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.4 แสดงข้อมูลผลการตรวจวัดฝุ่นละอองเฉลี่ยที่ระบายออก จากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังความร้อน โรงงาน

อุตสาหกรรมปิโตรเคมี โรงงานอุตสาหกรรมกลั่นปิโตรเลียม โรงงานอุตสาหกรรมคลอ-แอลคาไลน์ โรงงานอุตสาหกรรมเหล็กหรือเหล็กกล้า โรงงานอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ โรงงานอุตสาหกรรมถลุงแร่หรือหลอมโลหะ และโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษ พบว่า แหล่งที่มีการปล่อยฝุ่นละอองในระดับที่มีค่าความเข้มข้นสูงเป็นแหล่งที่ใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงหลัก โดยเฉพาะจากหม้อไอน้ำของโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี มีค่าเฉลี่ยประมาณ 195.2 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และหน่วยอบเหล็กของโรงงานอุตสาหกรรมเหล็กหรือเหล็กกล้าที่มีค่าเฉลี่ยประมาณ 331.4 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง เฉลี่ยในระหว่างปี 2546-2548

ประเภทโรงงาน	จุดตรวจวัด	ชนิดเชื้อเพลิง	ความเข้มข้น (มก./ลบ.ม.)
1.) โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	หน่วยความร้อน	ก๊าซ/น้ำมันเตา	38.2
	หน่วยความร้อน	ถ่านหิน	197.3
	หน่วยความร้อนร่วม	ก๊าซ	2.4
2.) โรงงานอุตสาหกรรมเหล็กหรือ	หน่วยอบเหล็ก	ก๊าซ	54.6
เหล็กกล้า	หน่วยอบเหล็ก	น้ำมันเตา	331.4
3.) โรงงานอุตสาหกรรมคลอแอลคาไลน์	หน่วยความร้อน	ก๊าซ	2.5
4.) โรงงานอุตสาหกรรมกลั่นปิโตรเลียม	หม้อไอน้ำ	ก๊าซ	11.3
	หน่วยความร้อน	ก๊าซ	6.3
	หน่วยความร้อน	ก๊าซ/น้ำมันเตา	37.5
	หม้อไอน้ำ	ก๊าซ/น้ำมันเตา	83.2
5.) โรงงานอุตสาหกรรมถลุงแร่หรือ	หม้อไอน้ำ	น้ำมันเตา	164.0
หลอมโลหะ	เตาหลอม	ไฟฟ้า	46.1
6.) โรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี	หน่วยความร้อน	ก๊าซ	9.1
	หน่วยความร้อน	ก๊าซ/น้ำมันเตา	39.5
	หม้อไอน้ำ	ก๊าซ/น้ำมันเตา	119.0
	หม้อไอน้ำ	น้ำมันเตา	195.2
7.) โรงงานอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษ	หม้อไอน้ำ	ชีวะมวล	109.7
	หม้อไอน้ำ	ก๊าซ	3.9
8.) โรงงานอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์	หม้อไอน้ำ	น้ำมันเตา	128.4
	หม้อเผา	ถ่านหิน	42.4

แหล่งข้อมูล : ข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในระหว่างปี 2546-2548

4.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลอัตราการระบายสารมลพิษทางอากาศที่ปล่อยออกจากโรงงานอุตสาหกรรม

การจัดทำบัญชีการปล่อยสารมลพิษในการศึกษาครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลจากรายงานผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ระบายออกจากโรงงานอุตสาหกรรมทั้งประเทศไทย เป็นฐานข้อมูลปี 2546-2548 อัตราการปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากกลุ่มอุตสาหกรรมต่างๆ สามารถสรุปได้ในตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.2 ตามลำดับ โดยรูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าปริมาณการระบายก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนจากโรงงานอุตสาหกรรมมีค่ามากที่สุด คือ 420.2 พันตันต่อปี คิดเป็น 40 % ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 347.3 พันตันต่อปี คิดเป็น 34 % และปริมาณฝุ่นละออง 263.4 พันตันต่อปี คิดเป็น 26 % ตามลำดับ

ทั้งนี้ เมื่อนำข้อมูลบัญชีการปล่อยสารมลพิษในการศึกษาครั้งนี้เปรียบเทียบกับการศึกษาของกรมควบคุมมลพิษ (14) พบว่า อุตสาหกรรมทั่วไปส่วนใหญ่ปล่อยฝุ่นละอองมากที่สุด แต่อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่จัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนมากที่สุด อย่างไรก็ตาม การแบ่งประเภทอุตสาหกรรมในการศึกษาครั้งนี้แตกต่างจากการศึกษาของกรมควบคุมมลพิษ

ตารางที่ 4.5 ปริมาณการปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมในระหว่างปี 2546-2548

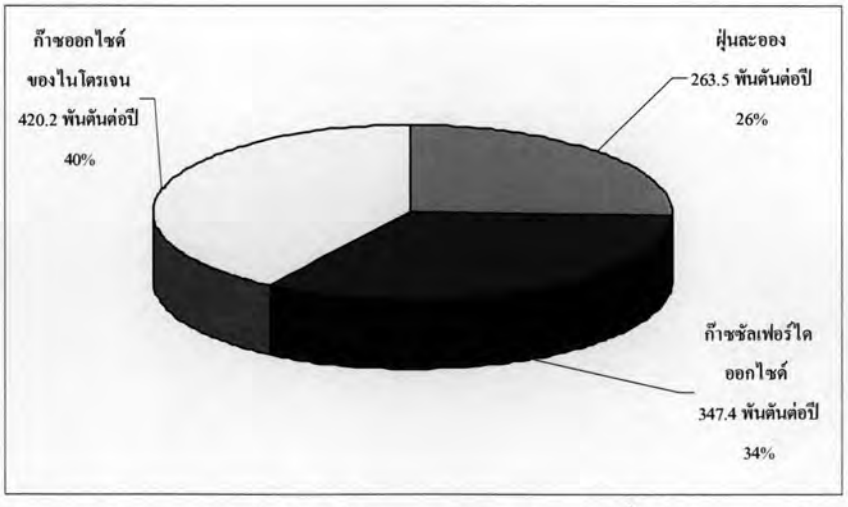
(หน่วย : ตันต่อปี)

ประเภทแหล่งกำเนิดในแต่ละภูมิภาค	PM (ตันต่อปี)	SO_2 (ตันต่อปี)	NO_x (ตันต่อปี)
1. ภาคเหนือ			
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	13,076.1	17,774.1	21,821.5
อุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์	6,117.8	698.5	1,284.5
อุตสาหกรรมถลุงแร่หรือหลอมโลหะ	5,195.7	7,716.8	246.7
2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ			
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	15,087.8	29,084.9	41,218.4
อุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษ	7,930.7	1,435.4	1,721.4
3. ภาคตะวันออก			
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	33,193.2	51,706.5	75,162.9
อุตสาหกรรมปิโตรเคมี	7,124.1	97,770.9	90,254.6
อุตสาหกรรมกลั่นปิโตรเลียม	1,265.2	17,577.5	4,743.9
อุตสาหกรรมแยกหรือแปรสภาพก๊าซธรรมชาติ	0.0	206.6	306.1
อุตสาหกรรมคลอ-แอลคาไลน์	31.5	0.0	25.6
อุตสาหกรรมเหล็กหรือเหล็กกล้า	3,425.4	2,606.9	1,805.1
อุตสาหกรรมถลุงแร่หรือหลอมโลหะ	28,776.3	20,256.6	1,592.3

ตารางที่ 4.5 ปริมาณการปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมในระหว่างปี 2546- 2548 (หน่วย : ตันต่อปี) (ต่อ)

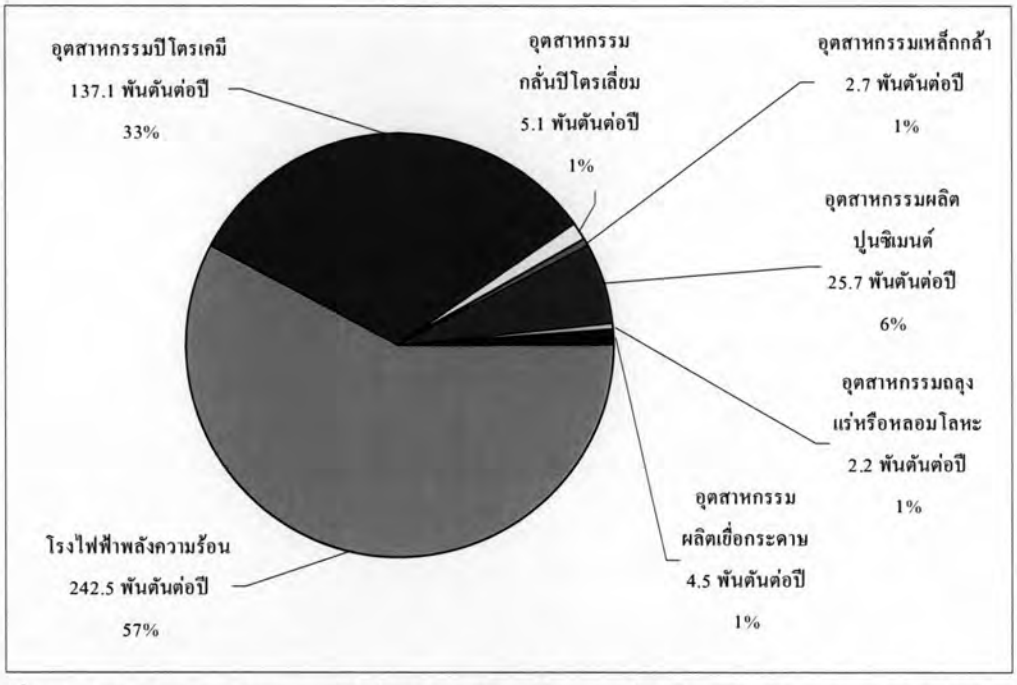
ประเภทแหล่งกำเนิดในแต่ละภูมิภาค **4. ภาคใต้**	PM (ตันต่อปี)	SO_2 (ตันต่อปี)	NO_x (ตันต่อปี)
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	22,128.8	30,700.7	50,916.8
อุตสาหกรรมปิโตรเคมี	1,005.7	15,313.5	18,279.4
อุตสาหกรรมกลั่นปิโตรเลียม	68.8	740.1	306.1
อุตสาหกรรมแยกหรือแปรสภาพก๊าซธรรมชาติ	0.00	25.5	45.7
อุตสาหกรรมเหล็กหรือเหล็กกล้า	1,391.6	962.6	592.7
อุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์	8,739.8	1,047.7	3,596.5
อุตสาหกรรมถลุงแร่หรือหลอมโลหะ	4,796.1	3,536.9	291.5
5. ภาคกลาง			
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	17,099.5	32,316.5	53,341.4
อุตสาหกรรมปิโตรเคมี	251.4	4,711.9	28,561.6
อุตสาหกรรมกลั่นปิโตรเลียม	41.3	185.1	51.0
อุตสาหกรรมคลอ-แอลคาไลน์	38.5	0.0	28.9
อุตสาหกรรมเหล็กหรือเหล็กกล้า	535.2	441.2	296.4
อุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์	72,540.1	6,984.8	20,808.3
อุตสาหกรรมถลุงแร่หรือหลอมโลหะ	1,199.0	643.1	112.1
อุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษ	12,404.4	2,914.2	2,808.6

แหล่งข้อมูล : ข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในระหว่างปี 2546-2548



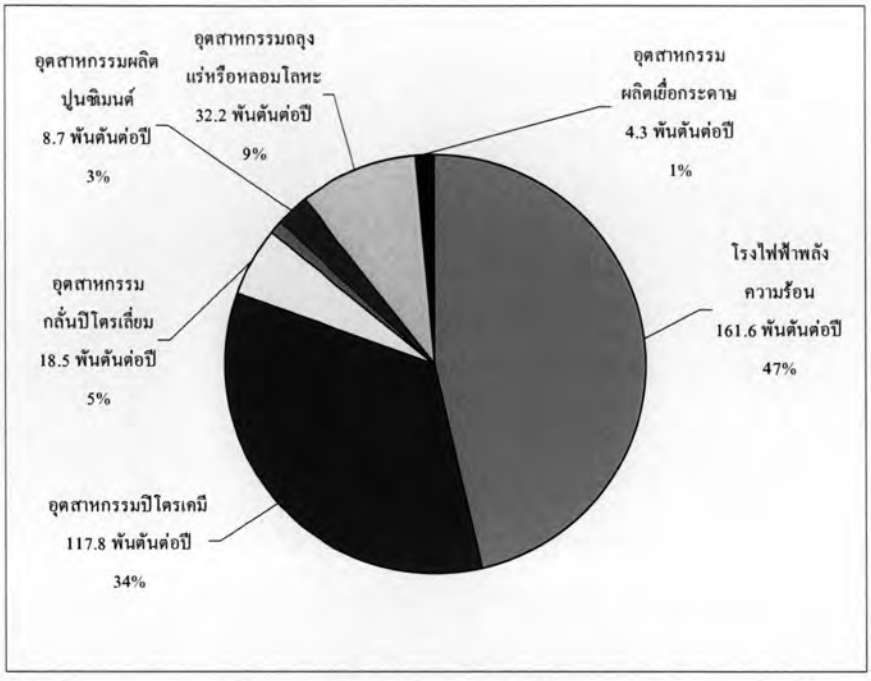
รูปที่ 4.2 แผนภาพวงกลมแสดงสัดส่วนปริมาณมลพิษทางอากาศที่ปล่อยออกจากปล่องโรงงานอุตสาหกรรม ในช่วงระหว่างปี 2546-2548 (พันตันต่อปี)

ผลจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ปริมาณสารมลพิษที่เกิดขึ้นจากโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ คือ ออกไซด์ของไนโตรเจน (Nitrogen oxides : NO_x) เท่ากับ 420.2 พันตันต่อปี คิดเป็นปริมาณร้อยละ 40 ของปริมาณสารมลพิษทั้งหมด ที่ปล่อยออกจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิด NO_x ส่วนใหญ่ คือ อุตสาหกรรมประเภทโรงผลิตไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 57 ของปริมาณ NO_x ทั้งหมดที่ปล่อยออกมา ซึ่งพิจารณาได้จากรูปที่ 4.3 ที่แสดงให้เห็นสัดส่วนการปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ โดยเฉพาะการปล่อยจากกลุ่มอุตสาหกรรมประเภทโรงผลิตไฟฟ้า เนื่องจากอุตสาหกรรมดังกล่าวต้องการความร้อนจำนวนมหาศาลในการผลิตกระแสไฟฟ้าตามที่ต้องการ ดังนั้นปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจนจึงมีค่าสูงมาก เพราะอุณหภูมิที่ใช้อยู่ประมาณ 1,400 – 1,600 องศาเซลเซียส อุตสาหกรรมที่ปล่อยปริมาณ NO_x รองลงไป คือ อุตสาหกรรมปิโตรเคมี



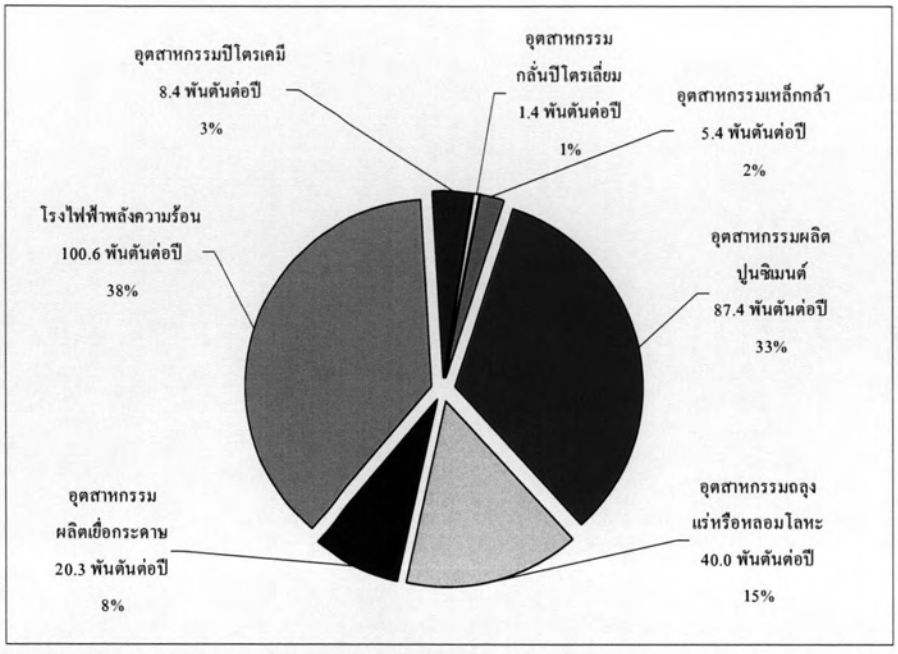
รูปที่ 4.3 แผนภาพวงกลมแสดงสัดส่วนการปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน จากปล่องโรงงานอุตสาหกรรม ในช่วงระหว่างปี 2546-2548 (พันตันต่อปี)

สำหรับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ อุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิด SO_2 มากที่สุดคือโรงผลิตไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 47 ของปริมาณ SO_2 ที่ปล่อยออกทั้งหมด ตามด้วยอุตสาหกรรมปิโตรเคมีคิดเป็นร้อยละ 34 ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แผนภาพวงกลมแสดงสัดส่วนการปล่อยก๊าซมลพิษก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากปล่องโรงงานอุตสาหกรรม ในช่วงระหว่างปี 2546-2548 (พันตันต่อปี)

อุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิด ฝุ่นละอองมากที่สุด คือ อุตสาหกรรมประเภทโรงผลิตไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 38 ของปริมาณฝุ่นละอองทั้งหมด ตามด้วยอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ คิดเป็นร้อยละ 33 ตามรูปที่ 4.5 โดยสรุปแล้วปริมาณสารมลพิษที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มาจากอุตสาหกรรมประเภทโรงผลิตไฟฟ้า เนื่องจากในปัจจุบันพลังงานไฟฟ้ามีความต้องการมากขึ้นตามการพัฒนาของประเทศ โดยเฉพาะการใช้เชื้อเพลิงประเภทน้ำมันเตา หรือถ่านหิน สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า ก่อให้เกิดสารมลพิษทางอากาศ เป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเหล่านั้น โดยเฉพาะก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และออกไซด์ของไนโตรเจน สำหรับอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์เป็นแหล่งปล่อยฝุ่นละอองหลักในลำดับรองต่อมา เนื่องจากในกระบวนการเตรียมวัตถุดิบและขั้นตอนการผลิตปูนซีเมนต์ทุกขั้นตอนเกี่ยวข้องกับการเกิดฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยเฉพาะในส่วนการเผาปูนและการบดเม็ดปูนให้มีขนาดเล็กและละเอียดมาก หากมีระบบการควบคุมฝุ่นละอองที่ไม่เหมาะสม เช่น อุปกรณ์ดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตไม่ทำงาน ทำให้มีการระบายฝุ่นในปริมาณที่สูงมากออกสู่บรรยากาศ



รูปที่ 4.5 แผนภาพวงกลมแสดงสัดส่วนการปล่อยฝุ่นละอองจากปล่องโรงงานอุตสาหกรรม ในช่วงระหว่างปี 2546-2548 (พันตันต่อปี)

4.2 ผลการจัดทำ Emission factor ของโรงงานผลิตปูนซีเมนต์

จากรายละเอียดในการผลิตปูนซีเมนต์ พบว่า มลพิษทางอากาศหลักของกระบวนการ คือ ฝุ่นละออง (Particle matter : PM) ออกไซด์ของไนโตรเจน (Nitrogen oxides : NO_x) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxides : SO_2) ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้รวบรวมข้อมูลอัตราการระบายมลพิษทางอากาศที่สำคัญดังกล่าวจากโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ขนาดใหญ่ของประเทศไทยที่มีขนาดอัตรากำลังการผลิตรวมทั้งหมดมากกว่า 50 ล้านตันต่อปี ผลการศึกษาสามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

4.2.1 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการจัดทำ Emission factor

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลการระบายมลพิษทางอากาศจากปล่องของโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ในประเทศไทยจำนวน 12 โรงงาน โดยมีฐานข้อมูลในระบบจำนวน 1,700 ข้อมูล ดังแสดงรายละเอียดตามตารางที่ 4.6 ซึ่งได้แสดงจำนวนกำลังการผลิตปูนซีเมนต์ต่อปี ประเภทของกระบวนการผลิต และจำนวนหม้อเผา และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการประมาณการปล่อยสารมลพิษทางอากาศโดยใช้ emission factor ของ AP-42 พบว่า ค่าอัตราการระบายสารมลพิษทางอากาศที่ได้จากการตรวจวัดจริงของมลพิษทางอากาศทั้ง 3 ชนิด คือ ฝุ่นละออง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน มีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากการประเมินของ AP-42

ตารางที่ 4.6 ตารางรายละเอียดโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ในประเทศไทย

ชื่อโรงงาน	จำนวนหม้อเผา	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (ตันต่อปี)			อัตราการปล่อยมลพิษทางอากาศ (จากข้อมูลการตรวจวัด)			อัตราการปล่อยมลพิษทางอากาศประเมินจาก AP-42		
		ลิกไนต์	ยางรถ	น้ำมันเตา	PM (g/s)	SO_2 (g/s)	NO_x (g/s)	PM (g/s)	SO_2 (g/s)	NO_x (g/s)
1. บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด ปูนซีเมนต์ 3,072,000 ตันต่อปี ปูนเม็ด 8,000 ตันต่อวัน	2 หม้อ (การผลิตแบบแห้ง)	537,144	3,043	3,626	40.20	1.41	243.21	46.30	25.00	277.78
2. บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด โรงงานเขาวง ปูนซีเมนต์ 3,840,000 ตันต่อปี ปูนเม็ด 10,000 ตันต่อวัน	1 หม้อ (การผลิตแบบแห้ง)	671,430	3,829	4,508	45.40	1.96	297.02	57.87	31.25	347.22
3. บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด ปูนซีเมนต์ 7,296,000 ตันต่อปี ปูนเม็ด 19,000 ตันต่อวัน	4 หม้อ (การผลิตแบบแห้ง)	1,275,717	7,465	8,375	96.34	3.63	585.10	109.95	59.38	659.72
4. บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ทุ่งสง) จำกัด ปูนซีเมนต์ 6,912,000 ตันต่อปี ปูนเม็ด 18,000 ตันต่อวัน	6 หม้อ (การผลิตแบบแห้ง)	1,208,574	7,172	7,934	99.81	18.38	482.02	104.17	56.25	625.00
5. บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ลำปาง) จำกัด ปูนซีเมนต์ 2,112,000 ตันต่อปี ปูนเม็ด 5,500 ตันต่อวัน	1 หม้อ (การผลิตแบบแห้ง)	369,287	2,161	2,524	29.54	1.03	176.21	31.83	17.19	190.97
6. บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด ปูนซีเมนต์ 14,784,000 ตันต่อปี ปูนเม็ด 38,500 ตันต่อวัน	6 หม้อ (การผลิตแบบแห้ง)	2,585,006	15,026	16,970	230.16	7.64	1,094.66	222.80	120.31	1,336.8
7. บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ปูนซีเมนต์ 9,024,000 ตันต่อปี ปูนเม็ด 23,500 ตันต่อวัน	3 หม้อ (การผลิตแบบแห้ง)	1,577,861	9,283	10,358	140.87	4.61	754.16	136.00	73.44	815.97
8. บริษัท ปูนซีเมนต์เอเชีย จำกัด (มหาชน) ปูนซีเมนต์ 4,992,000 ตันต่อปี ปูนเม็ด 13,000 ตันต่อวัน	2 หม้อ (การผลิตแบบแห้ง)	872,859	5,108	5,930	76.49	2.87	400.43	75.23	40.63	451.39
9. บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานตาคลี ปูนซีเมนต์ 1,152,000 ตันต่อปี ปูนเม็ด 3,000 ตันต่อวัน	2 หม้อ (การผลิตแบบแห้ง)	201,429	1,379	1,322	34.83	0.72	90.71	17.36	9.38	104.17
10. บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานชะอำ ปูนซีเมนต์ 1,190,400 ตันต่อปี ปูนเม็ด 3,100 ตันต่อวัน	1 หม้อ (การผลิตแบบแห้ง)	208,143	1,318	1,366	41.09	0.89	95.02	17.94	9.69	107.64
11. บริษัท ภูมิใจไทยซีเมนต์ จำกัด ปูนซีเมนต์ 960,000 ตันต่อปี ปูนเม็ด 2,500 ตันต่อวัน	1 หม้อ (การผลิตแบบแห้ง)	167,858	-	1,202	39.15	1.28	75.20	14.47	7.81	86.81
12. บริษัท เซเม็กซ์ (ประเทศไทย) จำกัด ปูนซีเมนต์ 844,800 ตันต่อปี ปูนเม็ด 2,200 ตันต่อวัน	2 หม้อ (การผลิตแบบแห้ง)	147,715	864	990	42.81	1.10	75.32	12.73	6.88	76.39

4.2.2 รายการคำนวณสำหรับการจัดทำ Emission factor [16]

โดยทั่วไปการผลิตปูนซีเมนต์จะทำให้เกิดมลพิษทางอากาศจำนวนมาก จุดที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษขึ้นอยู่กับหน่วยการผลิตตามที่ได้อธิบายไว้แล้วในบทที่ 2 จากข้อมูลผลการตรวจวัดปริมาณการปล่อยมลพิษทางอากาศได้นำมาคำนวณเพื่อหาค่า Emission factor ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การคำนวณอัตราการระบายมลพิษทางอากาศต่อชั่วโมง

ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ X อัตราการไหลของอากาศที่ระบายออกจากปล่อง = อัตราการระบายมลพิษทางอากาศต่อชั่วโมง (4.1)

จากสมการ (4.1) แสดงให้เห็นว่าเมื่อนำความเข้มข้นของมลพิษคูณกับอัตราการไหลของก๊าซจะได้ค่าอัตราการไหลโดยน้ำหนักของมลพิษต่อชั่วโมง โดยค่าความเข้มข้นได้จากการรายงานไว้ในรายงานการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม แต่ต้องเปลี่ยนหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (mg/m^3)

ความเข้มข้นของก๊าซมลพิษมักอยู่ในรูป ส่วนในล้านส่วน (ppm) ต้องนำมาเปลี่ยนเป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (mg/m^3) โดยคำนวณตามสมการ (4.2) ต่อไปนี้

$$mg/m^3 = \frac{ppm \times MW}{24.45} \quad (4.2)$$

เมื่อ MW คือ น้ำหนักมวลโมเลกุลของสารมลพิษ

ข้อมูลตัวที่สองที่ต้องใช้ คือ อัตราการไหลของก๊าซที่ต้องเปลี่ยนจากสภาวะจริงของก๊าซที่ถูกปล่อยออกไปที่สภาวะมาตรฐานที่ความดัน 1 บรรยากาศ อุณหภูมิ 25 °C ด้วยสมการ (4.3) ต่อไปนี้

$$Qstd = Qa(Tstd/Ta)\ (Pa/Pstd) \quad (4.3)$$

เมื่อ Qstd = อัตราการระบายก๊าซที่สภาวะมาตรฐาน

Qa = อัตราการระบายก๊าซที่สภาวะจริง

Pstd = ความดันก๊าซที่สภาวะมาตรฐาน คือ 1 บรรยากาศ

Tstd = อุณหภูมิของก๊าซที่สภาวะมาตรฐาน คือ 25 °C

Pa = ความดันก๊าซที่สภาวะการตรวจวัดจริง

Ta = อุณหภูมิของก๊าซที่สภาวะการตรวจวัดจริง (°C)

หลังจากนี้ให้คำนวณอัตราการระบายอากาศเสียสู่บรรยากาศเมื่อได้ค่าจากการคำนวณในขั้นตอนที่หนึ่งแล้วให้นำมาคูนกับอัตราการไหลของอากาศที่ระบายออกสู่บรรยากาศแต่ต้องระวังเรื่องการเปลี่ยนหน่วยในการคำนวณด้วย

ขั้นตอนที่ 2 การคำนวณค่า EMISSION FACTOR

เมื่อสามารถคำนวณอัตราการปล่อยสารมลพิษจากขั้นตอนที่ 1 แล้วให้ทำการเปลี่ยนมาเป็น Emission factor โดยใช้สมการ (4.4) เมื่อ Emission factor คือ ปริมาณของมลพิษที่ระบายออกต่อหน่วยกิจกรรมที่ใช้เปรียบเทียบ (Activities) และ Activities คือ กิจกรรมที่ใช้เปรียบเทียบในการศึกษาครั้งนี้จะกำหนดที่อัตราการผลิตปูนซีเมนต์เม็ด หน่วยตันต่อวัน

$$\text{Emission Factor (EF)} = \frac{\text{Emission Rate}}{\text{Activity}} \quad (4.4)$$

ขั้นตอนที่ 3 การหาอัตราการระบายมลพิษในหน่วยต่อปี

$$\text{Annual Emission Rate(ERannual)} = \text{Emission Factor (EF)} \times \text{Activity (Annual)} \quad (4.5)$$

4.2.3 ผลการศึกษาการจัดทำค่า Emission factor ของโรงผลิตปูนซีเมนต์ในประเทศไทย

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้จัดทำค่า Emission factor ของโรงผลิตปูนซีเมนต์ในประเทศไทยโดยกำหนดค่า Emission factor สำหรับเตาเผาปูน ให้อยู่ในหน่วยของน้ำหนักของมลพิษที่ระบายออกต่อน้ำหนักของปูนซีเมนต์ดิบ (Clinker produced) และส่วนของปล่องหม้อเผาเย็น (Clinker coolers) อยู่ในหน่วยน้ำหนักมลพิษต่อหน่วยน้ำหนักของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

ผลการศึกษา พบว่า แหล่งที่เป็นจุดระบายฝุ่นละอองออกจากโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ประกอบด้วย 1) บริเวณหน่วยบดย่อยวัตถุดิบ 2) บริเวณลานกองเก็บวัตถุดิบ 3) บริเวณหน่วยผสมวัตถุดิบและบดละเอียด 4) บริเวณหน่วยทำให้ปูนเม็ดและเย็นตัว 5) บริเวณหน่วยบดปูนเม็ด และ 6) บริเวณหน่วยบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยมีแหล่งปล่อยฝุ่นละอองมากที่สุดอยู่ที่บริเวณปล่องหม้อเผาหลัก หรือเรียกว่า "kiln and clinker cooler exhaust stack" การปล่อยมลพิษจากหม้อเผาหลักมีปัจจัยหลายอย่าง เช่น การเคลื่อนย้ายวัตถุดิบเข้าสู่หม้อเผา ตำแหน่งของหัวเผาหรือระยะความยาวของหัวเผาที่ใส่ในหม้อเผา กลไกลักษณะการเกิดความร้อนในหม้อเผา และชนิดของการใช้หม้อหล่อเย็นในหม้อเผา นอกจากนี้เจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมระบบมีความสามารถในการควบคุมระบบได้มากน้อยต่างกัน ปกติแล้วฝุ่นละอองจากเตาเผาจะถูกดักเก็บและหมุนเวียนอยู่ในเตาเผา และถูกดึงออกให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า "ปูนเม็ด" อย่างไรก็ตาม หากพบว่ามีองค์ประกอบของความเป็นด่าง (Alkali) ปนเปื้อนในวัตถุดิบสูงมาก อาจมีผลต่อการปล่อยฝุ่นละอองออกจากเตาเผาในปริมาณที่สูงได้ โดยปกติค่า alkali จะยอมให้มีค่าได้ไม่เกิน 0.6% (คำนวณในรูปของ Sodium Oxide) ซึ่งตัวเลขดังกล่าวมีผลเป็นอย่างมากต่อกระบวนหมุนเวียนฝุ่นละอองในหม้อเผาและการปล่อยระบายฝุ่นละอองออกจากระบบการเผา

สำหรับค่าออกไซด์ของไนโตรเจน พบว่าส่วนใหญ่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการเผาไหม้ โดยการออกซิเจนในอากาศทำปฏิกิริยากับไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบในเชื้อเพลิง และ

โดยการถ่ายเทความร้อนของก๊าซไนโตรเจนจากกระบวนการเผาไหม้ในอากาศ โดยเฉพาะในลักษณะของเปลวที่มีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณของก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) จะเพิ่มขึ้นตามสัดส่วน และยังมีปัจจัยที่มาจากชนิดของเชื้อเพลิงและปริมาณไนโตรเจนในเชื้อเพลิงด้วย ในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ค่าออกไซด์ของไนโตรเจนเกิดในส่วนของหม้อเผาโดยเฉพาะบริเวณที่มีการเผาไหม้ และรวมถึงบริเวณส่วนที่เรียกว่า "proclaiming vessel" ด้วย ส่วนชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้มีผลต่อปริมาณและชนิดของออกไซด์ของไนโตรเจนด้วย เช่น ในกรณีที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงจะให้เปลวไฟที่มีอุณหภูมิสูงจึงมีค่า NO_x มากกว่าการใช้น้ำมันหรือถ่านหิน อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันโรงปูนซีเมนต์ในประเทศไทยได้มีการใช้เชื้อเพลิงผสมเป็นองค์ประกอบ ซึ่งผลของชนิดเชื้อเพลิงผสมกับการระบาย NO_x ยังไม่เป็นที่ชัดเจน

สำหรับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) จะขึ้นอยู่กับปัจจัยขององค์ประกอบในวัตถุดิบและจากส่วนผสมในเชื้อเพลิง เป็นตัวแปรหลักที่จะทำให้เกิดการปล่อยก๊าซ SO_2

อย่างไรก็ตาม ตามธรรมชาติก๊าซ SO_2 จะถูกดูดซับโดยผลิตภัณฑ์หรือปูนเม็ด จึงทำให้มีการระบายค่า SO_2 ในปริมาณที่ต่ำมาก ยกเว้นองค์ประกอบในวัตถุดิบในบางพื้นที่ที่มีปริมาณสารซัลเฟอร์สูงมากอาจทำให้มีค่าก๊าซ SO_2 สูงตามไปด้วย

รายละเอียดของผลการศึกษาและค่า Emission factor ของโรงงานผลิตปูนซีเมนต์สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่า Emission Rate ที่ได้จากการศึกษา

ลำดับที่	บริษัท	ปล่อง	Emission factor = Emission Rate per Production (kg/tons)			
			PM (Controlled)	PM (Uncontrolled)	SO_2 (Uncontrolled)	NO_x (Uncontrolled)
1	บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด โรงงานท่าหลวง	ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 1	0.0171	0.8550	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 2	0.0002	0.0100	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 3	0.0005	0.0250	-	-
		ปล่องหม้อเย็น 1	0.0043	0.5375	-	-
		ปล่องหม้อเย็น 2	0.0310	3.8750	-	-
		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 1	0.0014	0.0700	-	-
		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 2	0.0112	0.5600	-	-
		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 3	0.0019	0.0950	-	-
		ปล่องหม้อเผา 5	0.9301	23.60	0.0192	3.7212
		ปล่องหม้อเผา 6	1.0023	30.04	0.0112	2.1145
2	บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด โรงงานเขาวง	ปล่องหม้อบดถ่านหิน 1	0.0012	0.1141	-	-
		ปล่องหม้อเย็น 1	0.0391	3.8318	-	-
		ปล่องหม้อเผา 1	0.4310	1.3061	0.0169	2.1114
3	บริษัท ภูมิใจไทยซีเมนต์ จำกัด	ปล่องหม้อเย็น	0.0012	0.1188	-	-
		ปล่องหม้อบดถ่านหิน	0.0102	0.9761	-	-
		ปล่องหม้อเผา	0.5912	19.081	0.0442	2.3311

ตารางที่ 4.7 ค่า Emission Rate ที่ได้จากการศึกษา (ต่อ)

ลำดับที่	บริษัท	ปล่อง	Emission factor = Emission Rate per Production (kg/tons)			
			PM (Controlled)	PM (Uncontrolled)	SO_2 (Uncontrolled)	NO_x (Uncontrolled)
4	บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด	ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 1	0.0032	0.3136	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 2	0.0041	0.4018	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 3	0.0011	0.1078	-	-
		ปล่องหม้อเผา 3	0.4992	0.9172	0.0175	1.9331
		ปล่องหม้อเผา 4	0.4118	1.1765	0.0145	1.8221
		ปล่องหม้อเผา 5	0.5217	2.1635	0.0289	0.9211
		ปล่องหม้อเผา 6	0.3421	4.1974	0.0051	0.3412
5	บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ทุ่งสง) จำกัด	ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 10	0.0019	0.1862	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 11	0.0012	0.1176	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 5	0.0009	0.0882	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 6	0.0021	0.2058	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 7	0.0035	0.3430	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 8	0.0008	0.0784	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 9	0.0042	0.4116	-	-
		ปล่องหม้อเย็น 4	0.0032	0.3168	-	-
		ปล่องหม้อเย็น 5	0.0101	0.9999	-	-
		ปล่องหม้อเย็น 6	0.0076	0.7448	-	-
		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 4	0.0019	0.1818	-	-
		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 5	0.0006	0.0574	-	-
		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 6	0.0011	0.1053	-	-
		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 7	0.0008	0.0766	-	-
		ปล่องหม้อเผา 4	0.5031	10.289	0.0912	3.0121
		ปล่องหม้อเผา 5	0.5401	4.0020	0.0976	4.0421
		ปล่องหม้อเผา 6	0.4349	3.4830	0.0758	2.7611
6	บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ลำปาง) จำกัด	ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 1	0.0035	0.3350	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 2	0.0032	0.3062	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 3	0.0011	0.1053	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 4	0.0081	0.7752	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 5	0.0045	0.4307	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 6	0.0101	0.9666	-	-
		ปล่องหม้อเย็น 1	0.0323	3.1977	-	-
		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 1	0.0038	0.3637	-	-
		ปล่องหม้อเผา 1	0.4682	6.8064	0.0162	2.5181
7	บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน)	ปล่องหม้อเผา 3	0.5003	10.009	0.0251	2.4811
		ปล่องหม้อเผา 4	0.4531	5.2994	0.0082	2.1193
		ปล่องหม้อเผา 5	0.4931	3.3034	0.0192	2.6621
		ปล่องหม้อเผา 6	0.4112	4.1018	0.0159	4.3513
8	บริษัท ทีพีไอโพลีน จำกัด (มหาชน)	ปล่องหม้อเผา 1	0.4034	60.219	0.0135	3.6761
		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 1	0.0013	0.1244	-	-
		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 2	0.0045	0.4307	-	-
		ปล่องหม้อเย็น 1	0.0167	1.6533	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 1	0.0012	0.1148	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 2	0.0028	0.2680	-	-
		ปล่องหม้อเผา 2	0.4984	12.954	0.0191	4.3232
		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 3	0.0016	0.1531	-	-

ตารางที่ 4.7 ค่า Emission Rate ที่ได้จากการศึกษา (ต่อ)

ลำดับที่	บริษัท	ปล่อง	Emission factor = Emission Rate per Product (kg/tons)			
			PM (Controlled)	PM (Uncontrolled)	SO_2 (Uncontrolled)	NO_x (Uncontrolled)
8	บริษัท ทีพีไอโพลีน จำกัด (มหาชน)	ปล่องหม้อบดถ่านหิน 4	0.0048	0.4594	-	-
		ปล่องหม้อเย็น 2	0.0126	1.2474	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 3	0.0011	0.1053	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 4	0.0054	0.5168	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 5	0.0047	0.4498	-	-
		ปล่องหม้อเผา 3	0.6101	60.888	0.0181	2.4311
		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 5	0.0011	0.1053	-	-
		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 6	0.0031	0.2967	-	-
		ปล่องหม้อเย็น 3	0.0311	3.0789	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 6	0.0035	0.3350	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 7	0.0052	0.4976	-	-
9	บริษัท ปูนซีเมนต์เอเซีย จำกัด (มหาชน)	ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 1	0.0019	0.1818	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 2	0.0041	0.3924	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 3	0.0065	0.6221	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 4	0.0045	0.4307	-	-
		ปล่องหม้อเย็น 1	0.0441	4.3659	-	-
		ปล่องหม้อเย็น 2	0.0473	4.6827	-	-
		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 1	0.0002	0.0191	-	-
		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 2	0.0004	0.0383	-	-
		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 3	0.0003	0.0287	-	-
		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 4	0.0008	0.0766	-	-
		ปล่องหม้อเผา 1	0.5101	50.908	0.0231	3.4214
		ปล่องหม้อเผา 2	0.4903	18.991	0.0151	4.5111
10	บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานตาคลี	ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 1	0.0035	0.3350	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 2	0.0044	0.4211	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 3	0.0056	0.5359	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 4	0.0119	1.1388	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 5	0.0009	0.0861	-	-
		ปล่องหม้อเย็น	0.0611	6.0489	-	-
		ปล่องหม้อบดถ่านหิน	0.0002	0.0191	-	-
		ปล่องหม้อเผา 1	0.6221	62.085	0.0113	2.1132
		ปล่องหม้อเผา 2	0.7211	71.965	0.0301	2.7818
11	บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานชะอำ	ปล่องหม้อเย็น	0.0431	4.2669	-	-
		ปล่องหม้อบดถ่านหิน	0.0004	0.0383	-	-
		ปล่องหม้อเผา	0.4331	43.223	0.0248	3.8776
12	บริษัท เซเม็กซ์ (ประเทศไทย) จำกัด	ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 1	0.0009	0.0861	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 2	0.0004	0.0383	-	-
		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 3	0.0005	0.0479	-	-
		ปล่องหม้อเย็น 1	0.0052	0.5148	-	-
		ปล่องหม้อเย็น 2	0.0102	1.0098	-	-
		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 1	0.0012	0.1148	-	-
		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 2	0.0022	0.2105	-	-
		ปล่องหม้อเผา 1	0.3014	30.079	0.0411	4.3113
		ปล่องหม้อเผา 2	0.5220	52.095	0.0453	3.2166

4.2.3 ค่า emission factor ของปล่องหม้อเผาซีเมนต์

จากการศึกษา พบว่า ปล่องหม้อเผาซีเมนต์ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการระบายมลพิษทางอากาศแบบไฟฟ้าสถิต ประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละอองประมาณ 99.8 มีค่า Emission Rate per Product (กิโลกรัมต่อตัน) ของฝุ่นละอองในช่วงระหว่าง 0.0092 - 1.0023 กิโลกรัมต่อตัน หรือมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.5103 กิโลกรัมต่อตัน และในกรณีที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมการระบายมลพิษอาจทำให้เกิดค่า สูงถึง 0.9172 - 30.46 กิโลกรัมต่อตัน หรือมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 15.68 กิโลกรัมต่อตัน

สำหรับค่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ พบว่า ปล่องหม้อเผาซีเมนต์ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการระบายมลพิษทางอากาศแบบไฟฟ้าสถิต มีค่า Emission factor ของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในช่วงระหว่าง 0.0051-0.0976 กิโลกรัมต่อตัน หรือมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.0288 กิโลกรัมต่อตัน อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ควบคุมการระบายมลพิษทางอากาศแบบไฟฟ้าสถิต เหมาะสำหรับการกำจัดฝุ่นละอองเท่านั้น ดังนั้นจึงไม่มีผลต่อค่า emission factor ของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ค่า Emission factor ของก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน เป็นค่าที่ไม่ได้ผ่านระบบควบคุม เนื่องจากอุปกรณ์ควบคุมหลักเป็น ESP ซึ่งใช้ดักจับฝุ่นละอองและไม่มีผลต่อการดักจับก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ค่า emission factor ของก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนอยู่ที่ 0.3412-4.5111 กิโลกรัมต่อตัน ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.8426 กิโลกรัมต่อตัน

4.2.4 ค่า emission factor ของปล่องหม้อบดถ่านหิน

จากการศึกษา พบว่า ปล่องหม้อเผาซีเมนต์ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการระบายมลพิษทางอากาศแบบไฟฟ้าสถิต ประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละอองประมาณ 99.8 มีค่า Emission factor ของฝุ่นละอองในช่วงระหว่าง 0.0002 - 0.0112 กิโลกรัมต่อตัน หรือมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.0057 กิโลกรัมต่อตัน และในกรณีที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมการระบายมลพิษอาจทำให้เกิดค่า สูงถึง 0.0191 - 0.9761 กิโลกรัมต่อตัน หรือมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.4976 กิโลกรัมต่อตัน

4.2.5 ค่า Emission factor ของปล่องหม้อเย็น

จากการศึกษา พบว่า ปล่องหม้อเผาซีเมนต์ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการระบายมลพิษทางอากาศแบบไฟฟ้าสถิต ประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละอองประมาณ 99.8 มีค่า Emission factor ของฝุ่นละอองในช่วงระหว่าง 0.0032 - 0.0611 กิโลกรัมต่อตัน หรือมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.0321 กิโลกรัมต่อตัน และในกรณีที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมการระบายมลพิษอาจทำให้เกิดค่า สูงถึง 0.1188 - 6.0489 กิโลกรัมต่อตัน หรือมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.0838 กิโลกรัมต่อตัน

4.2.6 ค่า Emission factor ของปล่องหม้อบดซีเมนต์

จากการศึกษา พบว่า ปล่องหม้อเผาซีเมนต์ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการระบายมลพิษทางอากาศแบบไฟฟ้าสถิต ประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละอองประมาณ 99.8 มีค่า Emission factor ของฝุ่นละอองในช่วงระหว่าง 0.0002 - 0.0171 กิโลกรัมต่อตัน หรือมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.0086 กิโลกรัมต่อตัน และในกรณีที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมการระบายมลพิษอาจทำให้เกิดค่า สูงถึง 0.01 - 1.1388 กิโลกรัมต่อตัน หรือมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.5744 กิโลกรัมต่อตัน

4.2.7 ผลการเปรียบเทียบค่า Emission factor จากการศึกษากับค่า AP-42 ขององค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา

เมื่อนำผลการศึกษาค่า Emission factor ของประเทศไทยที่เป็นค่าเฉลี่ยจากการเก็บข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2546-2549 มาเปรียบเทียบค่า AP-42 ขององค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา พบว่า ค่า Emission factor ของฝุ่นละอองมีค่าใกล้เคียงกับค่า AP-42 ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการระบายมลพิษทางอากาศแบบไฟฟ้าสถิต แต่ค่า Emission factor ของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน มีค่าต่ำกว่าค่า AP-42 ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการเปรียบเทียบค่า emission factor ในสภาวะที่มีอุปกรณ์ควบคุมมลพิษทางอากาศแบบไฟฟ้าสถิต

ปล่อง	PM (กิโลกรัมต่อตัน)		SO_2 (กิโลกรัมต่อตัน)		NO_x (กิโลกรัมต่อตัน)	
	ค่าเฉลี่ยจากข้อมูลการตรวจวัด	AP-42	ค่าเฉลี่ยจากข้อมูลการตรวจวัด	AP-42	ค่าเฉลี่ยจากข้อมูลการตรวจวัด	AP-42
ปล่องหม้อเผาซีเมนต์	0.5103	0.50	0.0288	0.27	2.8426	3.0
ปล่องหม้อบดถ่านหิน	0.0057	0.0062	-	-	-	-
ปล่องหม้อเย็น	0.0321	0.024	-	-	-	-
ปล่องหม้อบดซีเมนต์	0.0086	0.042	-	-	-	-

สำหรับค่า emission factor ของแหล่งกำเนิดต่างๆ ของโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ที่คำนวณได้ในตารางที่ 4.8 นี้ได้ข้อมูลจากข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ปล่อยออกจากปล่องของโรงงานปูนซีเมนต์ จำนวน 12 โรงงาน ดังนั้น การใช้ค่า emission factor นี้อาจมีข้อจำกัด คือ ค่าประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมมลพิษทางอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละโรงงานที่ไม่เหมือนกัน และในกรณีที่ไม่มีการใช้อุปกรณ์ยังไม่มีการตรวจวัดอัตราการระบายที่แท้จริง และกำลังการผลิตหรือปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้ในแต่ละโรงงานอาจมีที่แตกต่างจากที่ได้แจ้งไว้ในระหว่างที่ทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศได้

จากตารางที่ 4.9 แสดงชนิดของเชื้อเพลิงผสมที่ใช้ในการเผาปูนของโรงงานปูนซิเมนต์ ซึ่งประกอบด้วย ลิกไนต์ ยางรถยนต์ และน้ำมันเตา จะเห็นว่าเชื้อเพลิงหลักยังคงเป็นลิกไนต์

อย่างก็ตาม เนื่องจากมีข้อจำกัดเกี่ยวกับองค์ประกอบของยางรถยนต์ น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว และวัตถุดิบ เช่น %ไนโตรเจน %ซัลเฟอร์ และ%ขี้เถ้า ทำให้ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่าง emission rate ของก๊าซ SO_2 กับชนิดและองค์ประกอบของเชื้อเพลิงรวมได้

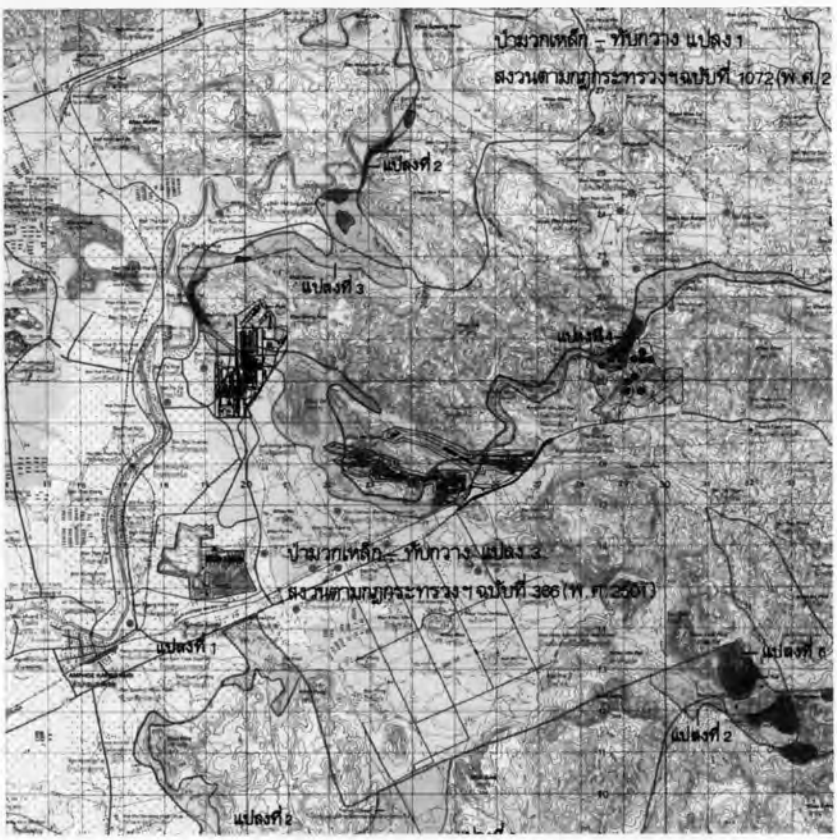
ตารางที่ 4.9 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและการปล่อยมลพิษ

ชื่อโรงงาน	กำลังการผลิต (ตันต่อปี)	อัตราการปล่อย SO_2 (g/s)	AP-42 SO_2 (g/s)	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (ตันต่อปี)			emission factor SO_2 (kg/Mg)*
				ลิกไนต์	ยางรถ	น้ำมันเตา	
1. บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด โรงงานท่าหลวง	ปูนซีเมนต์ 3,072,000 ตันต่อปี ปูนเม็ด 8,000 ตันต่อวัน	1.41	453.70	537,144	3,043	3,626	0.0152
2. บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด โรงงานเขาวง	ปูนซีเมนต์ 3,840,000 ตันต่อปี ปูนเม็ด 10,000 ตันต่อวัน	1.96	567.13	671,430	3,829	4,508	0.0169
3. บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด	ปูนซีเมนต์ 7,296,000 ตันต่อปี ปูนเม็ด 19,000 ตันต่อวัน	3.63	1,077.50	1,275,717	7,465	8,375	0.0165
4. บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ทุ่งสง) จำกัด	ปูนซีเมนต์ 6,912,000 ตันต่อปี ปูนเม็ด 18,000 ตันต่อวัน	18.38	1,020.83	1,208,574	7,172	7,934	0.0882
5. บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ลำปาง) จำกัด	ปูนซีเมนต์ 2,112,000 ตันต่อปี ปูนเม็ด 5,500 ตันต่อวัน	1.03	311.92	369,287	2,161	2,524	0.0162
6. บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน)	ปูนซีเมนต์ 14,784,000 ตันต่อปี ปูนเม็ด 38,500 ตันต่อวัน	7.64	2,183.4	2,585,006	15,026	16,970	0.0171
7. บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)	ปูนซีเมนต์ 9,024,000 ตันต่อปี ปูนเม็ด 23,500 ตันต่อวัน	4.61	1,332.7	1,577,861	9,283	10,358	0.0169
8. บริษัท ปูนซีเมนต์เอเชีย จำกัด (มหาชน)	ปูนซีเมนต์ 4,992,000 ตันต่อปี ปูนเม็ด 13,000 ตันต่อวัน	2.87	737.27	872,859	5,108	5,930	0.0191
9. บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานตาคลี	ปูนซีเมนต์ 1,152,000 ตันต่อปี ปูนเม็ด 3,000 ตันต่อวัน	0.72	170.14	201,429	1,379	1,322	0.0207
10. บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) โรงงานชะอำ	ปูนซีเมนต์ 1,190,400 ตันต่อปี ปูนเม็ด 3,100 ตันต่อวัน	0.89	175.81	208,143	1,318	1,366	0.0248
11. บริษัท ภูมิใจไทยซีเมนต์ จำกัด	ปูนซีเมนต์ 960,000 ตันต่อปี ปูนเม็ด 2,500 ตันต่อวัน	1.28	141.78	167,858	-	1,202	0.0442
12. บริษัท เซเม็กซ์ (ประเทศไทย) จำกัด	ปูนซีเมนต์ 844,800 ตันต่อปี ปูนเม็ด 2,200 ตันต่อวัน	1.10	124.77	147,715	864	990	0.0432

หมายเหตุ * emission factor SO_2 มาจากตารางที่ 4.7

4.3 ผลการประเมินค่าความเข้มข้นของสารมลพิษจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST 3 เปรียบเทียบกับข้อมูลตรวจวัด

ในการศึกษาครั้งนี้ได้พิจารณาพื้นที่ของแหล่งกำเนิดครอบคลุมพื้นที่เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 400 ตารางกิโลเมตร (20x20 ตารางกิโลเมตร) พิกัด UTM โซน 47 เริ่มที่ตำแหน่ง SW (714000, 1609000) และสุดท้ายที่ตำแหน่ง NE (734000, 1629000) โดยคลุมพื้นที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ทั้งหมด โดยแสดงได้ตามรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ขอบเขตพื้นที่ในการศึกษาครอบคลุมพื้นที่ 400 ตารางกิโลเมตร

ในการศึกษานี้เพื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST 3 กับค่าที่ได้จากการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปบริเวณพื้นที่โดยรอบอำเภอแก่งคอยและพื้นที่ใกล้เคียงสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังต่อไปนี้

4.3.1 สถานการณ์คุณภาพอากาศในพื้นที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

จากการเฝ้าระวังและติดตามตรวจสอบปริมาณสารมลพิษทางอากาศในบรรยากาศบริเวณพื้นที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ในระหว่างปี 2548 – 2549 โดยกลุ่มบริษัทผลิต

ปูนซีเมนต์ขนาดใหญ่ จำนวน 3 โครงการ คือ 1. บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด 2. บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน) และ 3. บริษัท ทีพีไอโพลีน จำกัด (มหาชน) ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขในมาตรการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมตามที่กำหนดไว้ในรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของแต่ละโรงงาน ที่ได้มีตรวจสอบคุณภาพอากาศเป็นประจำทุก 6 เดือน โดยมีสถานีตรวจวัดอากาศทั้งหมด 19 สถานี คือ บ้านวังกวาง บ้านท่าเกวียน บ้านป่า เทศบาลแก่งคอย บ้านซับบอน โรงเรียนอนุบาลทับกวาง โรงเรียนชุมชนนิคมทับกวางสงเคราะห์ (โรงเรียนนิคม 1) โรงเรียนป่าไผ่ โรงเรียนหนองผักบุ้ง วัดทับกวาง สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์ สถานีไฟฟ้าย่อยทับกวาง บ้านผาเสด็จ วัดซับประดู่ วัดท่าเสา หมู่บ้านหินลับ หมู่บ้านโสกแถว หมู่บ้านผาเสด็จ หมู่บ้านคุ้งเขา และหมู่บ้านเขาไม้เกวียน ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปทุกสถานีตรวจวัดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศสรุปได้ตามตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 สถานีตรวจวัดและค่าความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และฝุ่นละอองในบรรยากาศ

สถานีตรวจวัด	พิกัด UTM (เมตร)		NO_2 (ppb) เฉลี่ยสูงสุด 1 ชั่วโมง	SO_2 (ppb) เฉลี่ยสูงสุด 1 ชั่วโมง	TSP ($\mu g/m^3$) เฉลี่ยสูงสุด 24 ชั่วโมง
	X	Y			
1.) บ้านวังกวาง	718957.25	1620301.12	-	-	57-84
2.) บ้านท่าเกวียน	719370.38	1624052.38	-	-	58-95
3.) บ้านป่า	718064.38	1619481.50	-	-	68-94
4.) เทศบาลแก่งคอย	717144.88	1614124.38	-	-	66-88
5.) บ้านซับบอน	728385.56	1618775.25	13-44	3-11	81-129
6.) โรงเรียนอนุบาลทับกวาง	723388.25	1616003.38	2-8	7-27	109-135
7.) โรงเรียนชุมชนนิคมทับกวางสงเคราะห์	725567.06	1615357.12	22-39	2-5	65-119
8.) โรงเรียนป่าไผ่	720436.44	1615810.25	22-47	2-4	111-161
9.) โรงเรียนหนองผักบุ้ง	721202.75	1614450.88	7-27	2-8	54-127
10.) วัดทับกวาง	722215.56	1615450.25	20-38	2-4	66-106
11.) สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์	722222.19	1616836.38	12-29	3-6	54-111
12.) สถานีไฟฟ้าย่อยทับกวาง	721615.88	1615463.75	22-48	4-20	39-134
13.) บ้านผาเสด็จ	726922.69	1619575.75	10-38	0-2	43-107
14.) วัดหินลับ	730191.69	1621718.88	7-35	1-2	46-117
15.) วัดซับประดู่	731506.38	1624033.25	15-41	1-8	47-90
16.) วัดท่าเสา	728966.88	1624078.25	14-130	1-3	37-80
17.) หมู่บ้านโสกแถว	729336.12	1622691.50	-	4-17.3	68-130
18.) หมู่บ้านคุ้งเขา	728606.69	1622817.62	-	1.2-5.7	40-110
19.) หมู่บ้านเขาไม้เกวียน	729255.06	1624528.62	-	1.4-2.4	70-132
มาตรฐาน			170	300	330

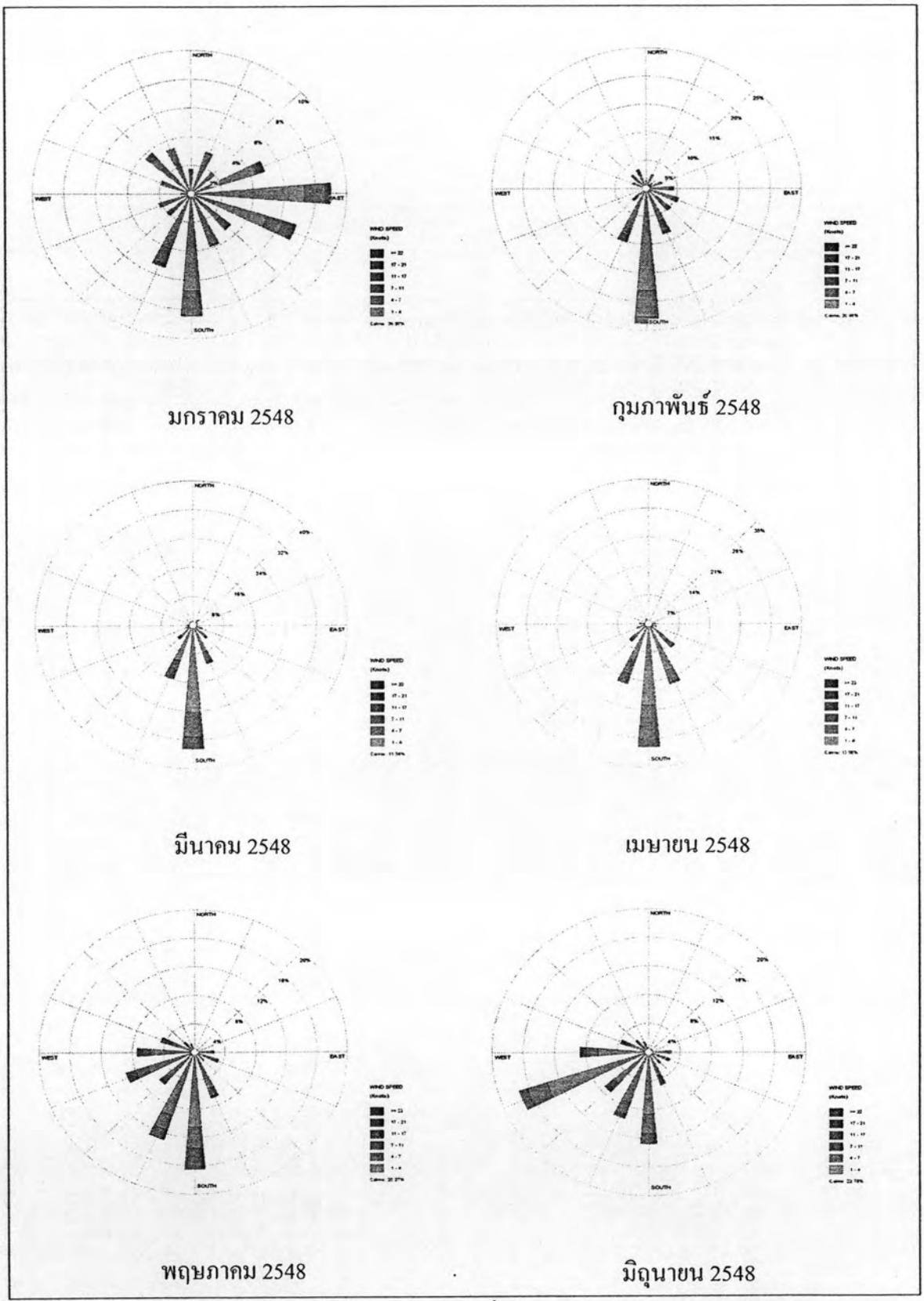
4.3.2 สภาพทางอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการประเมินการกระจายตัวของสารมลพิษ

ในการศึกษาครั้งนี้ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3 มีดังนี้ ปริมาณเมฆที่ปกคลุม อุณหภูมิ ความชื้นสัมผัส ความดันบรรยากาศ ทิศทางลม ความเร็วลม ความสูงชั้นฐานเมฆ และ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับบน

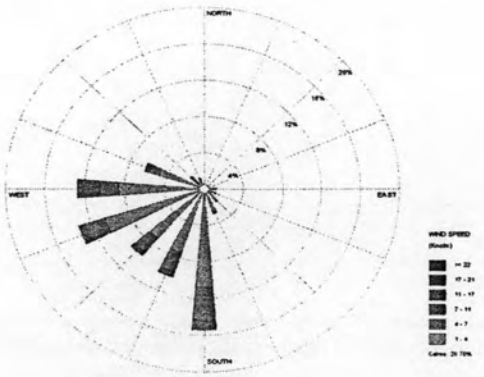
โดยข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการศึกษา แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับพื้นผิว และข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับบน ในส่วนของข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับผิวพื้น (Surface data) ได้แก่ ปริมาณเมฆที่ปกคลุม อุณหภูมิ ความชื้นสัมผัส ความดันบรรยากาศ ทิศทางลม ความเร็วลม ความสูงชั้นฐานเมฆ และ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับบน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ทั้งหมดเป็นข้อมูลรายชั่วโมง ได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากสถานีตรวจวัดอากาศประจำจังหวัดลพบุรี ของกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งเป็นสถานีใกล้เคียงและมีข้อมูลครบที่สุด ส่วนข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับบน ได้แก่ Mixing Height ได้จากสถานีสถานีตรวจวัดอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา) ข้อมูลทั้งหมดได้เตรียมในรูปแฟ้ม excel ประกอบไปด้วยข้อมูล ปี เดือน วัน ชั่วโมง และนำไปสร้างแฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาตามรูปแบบที่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3 กำหนดคือ แฟ้มที่มีนามสกุล MET ซึ่งจะต้องนำไปแปลงแฟ้มจาก excel ให้เป็น MET โดยใช้โปรแกรมทางอุตุนิยมวิทยา ที่เรียกว่า PCRAMMET

ผลจากการศึกษา พบว่า ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากสถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา ในจังหวัดลพบุรี ปี พ.ศ. 2548 เมื่อมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทิศทางลม ความเร็วลม ความเสถียรของบรรยากาศ อุณหภูมิ และความสูงผสม เฉลี่ยทั้งปี และช่วงลมมรสุม ได้แก่ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (กุมภาพันธ์ – พฤษภาคม) และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (พฤศจิกายน - มกราคม) สามารถแสดงรายละเอียดได้ตามรูปที่ 4.7

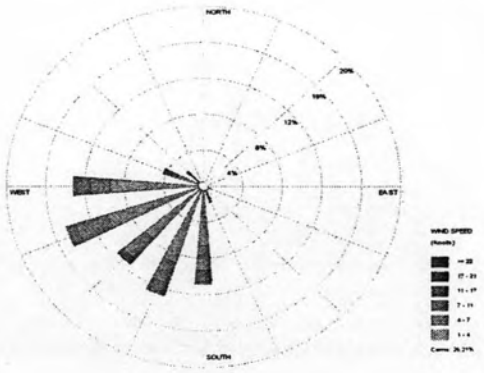
จากข้อมูลอุตุนิยมวิทยา พบว่า ทิศทางลมในช่วง 1 ปี ส่วนใหญ่ลมจะพัดมาจากทางทิศใต้ โดยมีความเร็วลมเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ โดยตลอดทั้งปี พ.ศ. 2548 มีค่า 1.82 เมตร/วินาที ความเร็วลมเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 11.1 เมตร/วินาที (ตารางแสดงความถี่ของการเกิดลมที่ทิศต่างๆ มีอยู่ในภาคผนวก ค.) ลมสงบมากที่สุดถึง 28.4% ความเสถียรของบรรยากาศส่วนใหญ่อยู่ในระดับ F คือ มีสภาพของบรรยากาศค่อนข้างเสถียร 19.8% อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 27.96-29.73 องศาเซลเซียส Wind rose และ Stability wind rose แสดงในรูปที่ 4.8



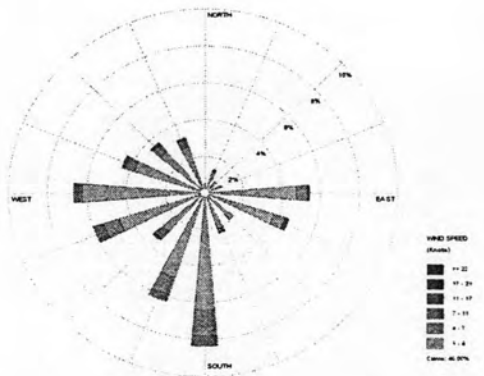
รูปที่ 4.10 แสดง Wind Rose ของอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในแบบจำลองคณิตศาสตร์ ISCST 3



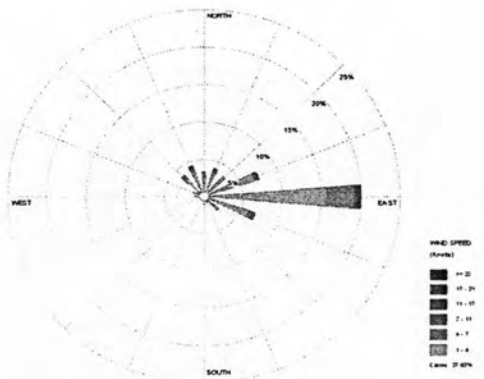
กรกฎาคม 2548



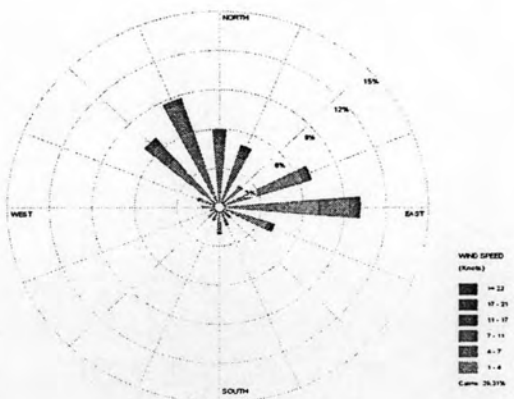
สิงหาคม 2548



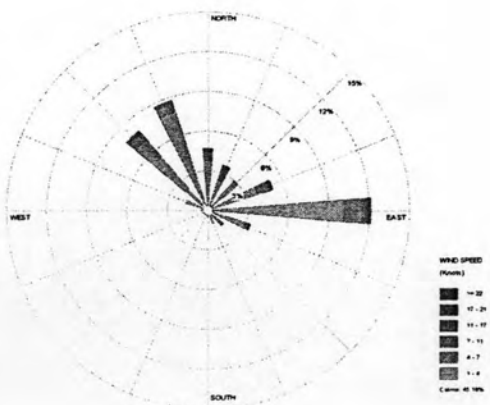
กันยายน 2548



ตุลาคม 2548

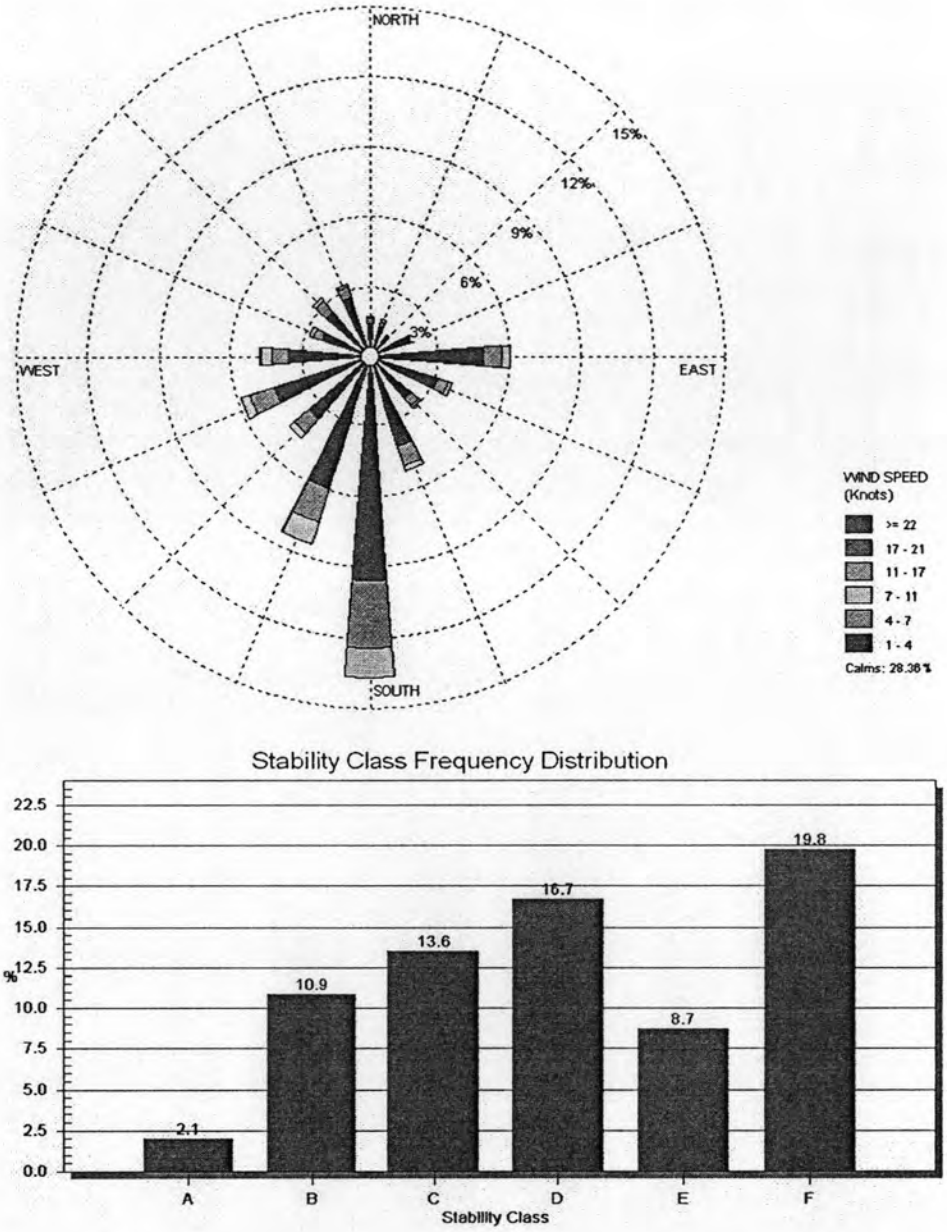


พฤศจิกายน 2548



ธันวาคม 2548

รูปที่ 4.10 แสดง Wind Rose ของอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในแบบจำลองคณิตศาสตร์ ISCST 3 (ต่อ)



รูปที่ 4.8 Wind Rose และStability Wind Rose ของอุตุนิยมวิทยาประจำปี 2548

4.3.4 ค่าความเข้มข้นพื้นฐานของสารมลพิษในอากาศ (Background Concentration) ในพื้นที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

ในการหาค่าความเข้มข้นของสารมลพิษเพื่อกำหนดเป็นค่าความเข้มข้นพื้นฐาน (Background Concentration) ในพื้นที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ได้ใช้ทิศทางลมในแต่ละเดือนเป็นตัวแปรในการกำหนดจุดสถานีตรวจวัดอากาศ โดยกำหนดให้ใช้ค่าต่ำสุดของการตรวจวัดคุณภาพอากาศจากสถานีด้านเหนือลมเป็นค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศพื้นฐาน ซึ่งสามารถสรุปค่าความเข้มข้นพื้นฐานในแต่ละช่วงเดือนดังสรุปในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ค่าความเข้มข้นสารมลพิษอากาศพื้นฐาน (Background Concentration) ในพื้นที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

เดือน	สถานี	NO_2 ($\mu g/m^3$) เฉลี่ย 1 ชั่วโมง	SO_2 ($\mu g/m^3$) เฉลี่ย 1 ชั่วโมง	TSP ($\mu g/m^3$) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง
กุมภาพันธ์- พฤษภาคม	โรงเรียนชุมชนนิคมทับกวางสงเคราะห์	41.39	5.22	65.0
มิถุนายน-กันยายน	โรงเรียนหนองผักบุ้ง	13.16	5.22	54.0
ตุลาคม-มกราคม	วัดซับประดู่	28.22	2.61	47.0

แหล่งข้อมูล : ข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในระหว่างปี 2546-2548

4.3.5 ผลการทดสอบการใช้แบบจำลอง ISCST 3 สำหรับการประเมินคุณภาพอากาศ

จากการศึกษาในครั้งนี้ ในการเปรียบเทียบการใช้แบบจำลอง ISCST 3 กับการตรวจวัดคุณภาพอากาศจริง ได้ใช้อัตราการระบายสารมลพิษจากโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ในอำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ในช่วงเดือนเมษายน 2549 เพื่อนำมาเทียบกับผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ในบริเวณพื้นที่ดังกล่าว โดยอัตราการระบายสารมลพิษจากโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ในอำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ที่ใช้ในการประเมินด้วยแบบจำลอง ISCST 3 สรุปได้ตามตารางที่ 4.12

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอนในบรรยากาศ (TSP) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) จากผลการตรวจวัดจริงกับค่าที่ได้จากการประเมินโดยแบบจำลอง ISCST 3 ในระยะช่วงเวลา 2 ช่วง คือ ระหว่างวันที่ 18 – 24 เมษายน 2549 เป็นตัวแทนในช่วงฤดูร้อน ลักษณะของทิศทางลมจะพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้มาทิศตะวันออกเฉียงเหนือจึงเลือกค่าความเข้มข้นพื้นฐาน (Background Concentration) จากสถานีตรวจวัดโรงเรียนชุมชนนิคมทับกวางสงเคราะห์ซึ่งอยู่ในทิศเหนือลม และเลือกสถานีตรวจวัดหมู่บ้านซับบอน สถานีตรวจวัดบ้านผาเสด็จ สถานีตรวจวัดวัดซับประดู่ และสถานีตรวจวัด

จำนวน	บริษัท	หน่วย	พิกัด UTM		Ht.(m)	Dia.(m)	EXIT	EXIT	EMISSION RATE (g/s)		
			X	Y			TEMP.(°K)	VEL. (m/s)	PM	SO_2	NO_x
1	บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด	ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 1	720019.32	1620529.30	30.00	0.68	370.06	12.33	1.3	0.00	0.00
2		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 2	719482.94	1619693.08	30.00	0.60	376.87	16.97	2.1	0.00	0.00
3		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 3	719926.03	1620352.73	30.00	0.96	375.17	4.49	1.1	0.00	0.00
4		ปล่องหม้อเผา 3	720122.18	1620352.69	105.00	3.20	348.20	21.74	12.3	0.41	105.16
5		ปล่องหม้อเผา 4	720318.74	1620346.02	105.00	3.20	404.58	21.36	13.7	0.38	71.81
6		ปล่องหม้อเผา 5	719742.38	1619736.35	97.00	4.00	387.76	16.88	14.3	0.24	52.49
7		ปล่องหม้อเผา 6	720002.24	1619989.55	102.00	4.20	411.39	16.28	15.5	0.75	67.47
8	บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน)	ปล่องหม้อเผา 3	726402.98	1618016.96	102.00	4.00	308.30	17.17	24.59	0.40	78.72
9		ปล่องหม้อเผา 4	726408.61	1617808.94	116.00	4.00	390.00	19.35	35.15	1.91	148.47
10		ปล่องหม้อเผา 5	723361.49	1617870.79	93.00	5.20	310.20	15.07	26.99	2.72	129.62
11		ปล่องหม้อเผา 6	723159.09	1617786.46	93.00	5.20	406.50	15.10	24.28	2.57	146.63
12	บริษัท ทีพีไอโพลีน จำกัด (มหาชน)	ปล่องหม้อเผา 1	728748.76	1620489.32	125.00	5.00	403.00	12.50	28.35	0.67	151.72
13		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 1-2	728525.81	1620342.27	50.00	2.50	363.00	8.70	1.77	0.00	0.00
14		ปล่องหม้อเย็น 1	729294.27	1620494.06	50.00	5.50	513.00	12.70	11.26	0.00	0.00
15		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 1	729493.50	1620470.34	50.00	1.50	373.00	11.00	0.37	0.00	0.00
16		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 2	729673.75	1620465.60	50.00	1.50	373.00	11.00	0.40	0.00	0.00
17		ปล่องหม้อเผา 2	728729.79	1620702.78	125.00	5.00	403.00	12.50	23.86	5.47	107.83
18		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 3 - 4	729028.63	1620674.32	50.00	2.50	363.00	8.70	0.76	0.00	0.00
19		ปล่องหม้อเย็น 2	729180.42	1620849.83	50.00	5.50	513.00	12.70	10.63	0.00	0.00
20		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 3,4,5	729493.50	1620669.57	50.00	1.50	373.00	11.00	0.41	0.00	0.00
21		ปล่องหม้อเผา 3	729450.81	1619706.63	125.00	5.00	403.00	12.50	33.61	5.78	185.59
22		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 5 -6	729118.76	1619958.04	50.00	2.50	363.00	8.70	0.76	0.00	0.00
23		ปล่องหม้อเย็น 3	729109.27	1619706.63	50.00	5.50	513.00	12.70	11.74	0.00	0.00
24		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 6-7	729322.73	1620067.14	50.00	1.50	373.00	11.00	0.43	0.00	0.00
25	Gulf Power Generation Co., Ltd	Kaeng Khoi 2 Power Plant HRSG 1	719101.65	1615684.68	55.00	6.50	383.50	19.89	-	-	-
26		Kaeng Khoi 2 Power Plant HRSG 2	719292.66	1615680.24	55.00	6.50	383.50	19.89	-	-	-
27		Kaeng Khoi 2 Power Plant HRSG 3	719639.14	1615666.91	55.00	6.50	383.50	19.89	-	-	-
28		Kaeng Khoi 2 Power Plant HRSG 4	719834.59	1615680.24	55.00	6.50	383.50	19.89	-	-	-

ตารางที่ 4.12 อัตราการระบายสารมลพิษจากโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ในอำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ในช่วงเดือนเมษายน 2549

หมู่บ้านหินลับ เป็นจุดเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการประเมินคุณภาพอากาศจากแบบจำลอง ISCST 3 ในระหว่างเดือนเมษายน 2549 นอกจากนี้ ในช่วงระหว่างวันที่ 22 – 28 พฤศจิกายน 2549 เป็นตัวแทนในช่วงฤดูหนาว ลักษณะของทิศทางลมจะพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือมาทิศตะวันตกเฉียงใต้จึงเลือกค่าความเข้มข้นพื้นฐาน จากสถานีตรวจวัดวัดซับประดู่ และเลือกสถานีตรวจวัดโรงเรียนป่าไผ่ สถานีตรวจวัดโรงเรียนหนองผักบุ้ง สถานีตรวจวัดวัดทับกวาง และสถานีตรวจวัดสถานีบำรุงพันธุ์สัตว์ เป็นจุดเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการประเมินคุณภาพอากาศจากแบบจำลอง ISCST 3 ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2549 โดยผลการศึกษามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.5.1. ผลการเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอนในบรรยากาศ (TSP) จากการตรวจวัดจริงกับค่าที่ได้จากแบบจำลอง ISCST 3

เมื่อพิจารณารายละเอียดจากตารางที่ 4.13 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบผลการประเมินคุณภาพอากาศโดยแบบจำลองกับการตรวจวัดจริงระหว่างวันที่ 18 – 24 เมษายน 2549 พบว่า ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณหมู่บ้านซับบอนมีค่าความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองระดับพื้นดิน 24 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 81.0 – 129.0 $\mu g/m^3$ โดยส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าค่าที่ประเมินได้โดยแบบจำลอง ISCST 3 ที่คำนวณได้ โดยมีค่าความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองระดับพื้นดิน 24 ชั่วโมง เมื่อรวมกับค่าความเข้มข้นพื้นฐาน (Background) อยู่ในช่วง 66.1 – 76.4 $\mu g/m^3$ และบริเวณบ้านผาเสด็จมีค่าความเข้มข้นของฝุ่นในช่วง 72.0 – 107.0 $\mu g/m^3$ โดยส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าค่าความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองระดับพื้นดิน 24 ชั่วโมง ที่ประเมินจากแบบจำลอง ISCST3 และรวมกับค่าความเข้มข้นพื้นฐาน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 66.5 – 69.5 $\mu g/m^3$ และบริเวณวัดซับประดู่มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นตรวจวัดในช่วง 47.0 – 90.0 $\mu g/m^3$ โดยส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าค่าความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองระดับพื้นดิน 24 ชั่วโมง ที่ประเมินได้โดยแบบจำลอง ISCST 3 รวมกับค่าอากาศพื้นฐาน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 73.9 – 74.9 $\mu g/m^3$ และบริเวณหมู่บ้านหินลับมีค่าความเข้มข้นของฝุ่นในช่วง 46.0 – 117.0 $\mu g/m^3$ โดยส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าค่าที่ประเมินได้โดยแบบจำลอง ISCST 3 รวมกับค่าอากาศพื้นฐาน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 69.2 – 69.9 $\mu g/m^3$

เมื่อพิจารณาการวิเคราะห์ทางหลักสถิติจากตารางที่ 4.14 พบว่า ค่า Correlation Coefficient, r มีค่าระหว่าง -1.01 ถึง 0.33 และค่า Fractional Bias, FB มีค่าระหว่าง -0.26 ถึง 0.14 และค่า Normalized Mean Square Error, NMSE มีค่าระหว่าง 0.07 ถึง 0.14 และค่า Factor of Two, Fa2 มีค่าระหว่าง 0.77 ถึง 1.15 แสดงให้เห็นว่า ผลการประเมินด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST 3 มีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงในทุกสถานีตรวจวัดที่นำมาเปรียบเทียบอยู่เล็กน้อย เนื่องจากผลการตรวจวัดจริงที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการตรวจวัดในระยะเวลาเพียง 7 วันต่อเนื่อง ซึ่งยังไม่ครอบคลุมในทุกช่วงเวลาได้ และทิศทางลมช่วงทำการตรวจวัดจริงอาจมีการเปลี่ยนแปลง

ได้ตลอดเวลาอาจทำให้ฝุ่นละอองที่กระจายจากปล่องควันไม่กระจายผ่านพื้นที่ของสถานีตรวจวัดได้

ตารางที่ 4.13 ค่าความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอนในบรรยากาศ (TSP) ที่ได้จากการประเมินโดยแบบจำลอง ISCST 3 ในช่วงวันที่ 18 – 24 เมษายน 2549

วันเดือนปี	ค่าความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอนในบรรยากาศ ($\mu g/m^3$)							
	หมู่บ้านซับบอน		บ้านผาเสด็จ		วัดซับประดู่		หมู่บ้านหินลับ	
	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง
18 เม.ย. 49	66.1	129.0	68.5	107.0	74.9	73.0	69.8	57
19 เม.ย. 49	70.2	81.0	66.5	105.0	74.1	48.0	69.2	117
20 เม.ย. 49	76.4	99.0	67.1	106.0	74.1	47.0	69.3	100
21 เม.ย. 49	75.0	81.0	69.5	43.0	73.9	61.0	69.9	69
22 เม.ย. 49	77.0	85.0	69.2	74.0	74.2	54.0	69.9	47
23 เม.ย. 49	75.0	86.0	68.2	87.0	74.5	78.0	69.2	63
24 เม.ย. 49	74.0	109.0	68.4	72.0	73.8	90.0	69.5	46
ค่ามาตรฐาน	330 ($\mu g/m^3$)							

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อนำค่า TSP ในบรรยากาศจากการประเมินโดย ISCST 3 เปรียบเทียบกับผลการตรวจวัดจริง ในช่วงวันที่ 18 – 24 เมษายน 2549

สถานีตรวจวัด	ตัวแปรทางสถิติ			
	Correlation Coefficient, r	Fractional Bias, FB	Normalized Mean Square Error, NMSE	Factor of Two, Fa2
หมู่บ้านซับบอน	-1.01	-0.26	0.12	0.77
บ้านผาเสด็จ	-1.71	-0.22	0.14	0.80
วัดซับประดู่	0.33	0.14	0.07	1.15
หมู่บ้านหินลับ	-1.61	-0.02	0.13	0.98

เมื่อพิจารณารายละเอียดจากตารางที่ 4.15 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบผลการประเมินคุณภาพอากาศโดยแบบจำลองกับการตรวจวัดจริงระหว่างวันที่ 22 – 28 พฤศจิกายน 2549 เป็นตัวแทนในช่วงฤดูหนาว พบว่า ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณโรงเรียนป่าไผ่มีค่าความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองระดับพื้นดิน 24 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 90.7 – 120.9 $\mu g/m^3$ โดยส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าค่าที่ประเมินได้โดยแบบจำลอง ISCST 3 ที่คำนวณได้จะมีค่าความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองระดับพื้นดิน 24 ชั่วโมง เมื่อรวมกับค่าความเข้มข้นพื้นฐาน (Background) อยู่ในช่วง 75.6 – 80.6 $\mu g/m^3$ และบริเวณโรงเรียนหนองผักบุ้งมีค่าความเข้มข้นของฝุ่นในช่วง 52.1 – 119.8 $\mu g/m^3$ โดยส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าค่าความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองระดับพื้นดิน 24 ชั่วโมง ที่ประเมินจาก

แบบจำลอง ISCST3 และรวมกับค่าความเข้มข้นพื้นฐาน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 62.4 – 86.9 $\mu g/m^3$ และบริเวณวัดทับกวางมีค่าความเข้มข้นของฝุ่นตรวจวัดในช่วง 72.9 – 135.7 $\mu g/m^3$ โดยส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าค่าความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นละอองระดับพื้นดิน 24 ชั่วโมงที่ประเมินได้โดยแบบจำลอง ISCST 3 ที่คำนวณได้รวมกับค่าอากาศพื้นฐาน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 68.6 – 86.7 $\mu g/m^3$ และบริเวณสถานีบำรุงพันธุ์สัตว์มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นในช่วง 51.4 – 114.6 $\mu g/m^3$ โดยส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าค่าที่ประเมินได้โดยแบบจำลอง ISCST 3 รวมกับค่าอากาศพื้นฐาน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 62.5 – 80.5 $\mu g/m^3$

เมื่อพิจารณาตารางที่ 4.16 พบว่า ค่า Correlation Coefficient, r มีค่าระหว่าง 1.47 ถึง 2.22 และค่า Fractional Bias, FB มีค่าระหว่าง -0.31 ถึง -0.21 และค่า Normalized Mean Square Error, NMSE มีค่าระหว่าง 0.07 ถึง 0.14 และค่า Factor of Two, Fa2 มีค่าระหว่าง 0.73 ถึง 0.81 แสดงให้เห็นว่า ผลการประเมินด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST 3 มีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงในทุกสถานีตรวจวัดที่นำมาเปรียบเทียบอยู่เล็กน้อย เนื่องจากในพื้นที่สถานีตรวจวัดจริงที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ตั้งอยู่ในพื้นที่หุบเขาจึงอาจได้รับอิทธิผลจากการแปรปวนของทิศทางลมในหุบเขา และในพื้นที่ดังกล่าวอาจได้รับปริมาณฝุ่นละอองที่มาจากถนนสายมิตรภาพที่เป็นปริมาณการจราจรค่อนข้างมาก

ตารางที่ 4.15 ค่าความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอนในบรรยากาศ (TSP) ที่ได้จากการประเมินโดยแบบจำลอง ISCST 3 ในช่วงวันที่ 22 – 28 พฤศจิกายน 2549

วันเดือนปี	ค่าความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอนในบรรยากาศ ($\mu g/m^3$)							
	โรงเรียนป่าไผ่		โรงเรียนหนองผักบุ้ง		วัดทับกวาง		สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์	
	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง
22 พ.ย. 49	77.7	94.3	82.0	119.8	75.2	96.7	74.8	94.1
23 พ.ย. 49	78.6	90.7	86.9	136.5	69.7	77.7	80.5	114.6
24 พ.ย. 49	80.6	112.8	80.8	115.5	72.4	86.9	75.7	98.3
25 พ.ย. 49	75.6	98.3	62.4	52.1	68.6	73.8	77.3	103.5
26 พ.ย. 49	79.9	119.0	81.6	118.4	69.1	72.9	69.3	76.1
27 พ.ย. 49	75.7	97.3	80.6	114.8	86.7	135.7	75.4	97.0
28 พ.ย. 49	80.2	120.9	73.3	90.0	79.9	112.5	62.5	51.4
ค่ามาตรฐาน	330 ($\mu g/m^3$)							

ตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อนำค่า TSP ในบรรยากาศจากการประเมินโดย ISCST 3 เปรียบเทียบกับผลการตรวจวัดจริง ในช่วงวันที่ 22 – 28 พฤศจิกายน 2549

สถานีตรวจวัด	ตัวแปรทางสถิติ			
	Correlation Coefficient, r	Fractional Bias, FB	Normalized Mean Square Error, NMSE	Factor of Two, Fa2
โรงเรียนป่าไผ่	2.22	-0.29	0.10	0.75
โรงเรียนหนองผักบุ้ง	1.47	-0.31	0.14	0.73
วัดทับกวาง	1.70	-0.23	0.09	0.79
สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์	1.56	-0.21	0.07	0.81

4.3.5.2 ผลการเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) จากผลการตรวจวัดจริงกับค่าที่ได้จากแบบจำลอง ISCST 3

เมื่อพิจารณารายละเอียดจากตารางที่ 4.17 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบผลการประเมินคุณภาพอากาศโดยแบบจำลองกับการตรวจวัดจริงระหว่างวันที่ 18 – 24 เมษายน 2549 พบว่า ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณหมู่บ้านซับบอนมีค่าความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ระดับพื้นดิน 1 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 24.4 – 82.6 $\mu g/m^3$ โดยส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าค่าที่ประเมินได้โดยแบบจำลอง ISCST 3 ที่คำนวณได้ โดยมีค่าความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ระดับพื้นดิน 1 ชั่วโมง เมื่อรวมกับค่าความเข้มข้นพื้นฐาน (Background) อยู่ในช่วง 113.0 – 119.5 $\mu g/m^3$ และบริเวณบ้านผาเสด็จมีค่าความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ในช่วง 18.8 – 71.3 $\mu g/m^3$ โดยส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าค่าความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ระดับพื้นดิน 1 ชั่วโมง ที่ประเมินจากแบบจำลอง ISCST 3 รวมกับค่าความเข้มข้นพื้นฐาน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 114.5 – 124.8 $\mu g/m^3$ และบริเวณวัดซับประดู่มีค่าความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ตรวจวัดในช่วง 28.2 – 76.9 $\mu g/m^3$ โดยส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าค่าความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ระดับพื้นดิน 1 ชั่วโมง ที่ประเมินได้โดยแบบจำลอง ISCST 3 ที่คำนวณได้รวมกับค่าอากาศพื้นฐาน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 56.7 – 67.1 $\mu g/m^3$ และบริเวณหมู่บ้านหินลับมีค่าความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ในช่วง 16.9 – 65.7 $\mu g/m^3$ โดยส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าค่าที่ประเมินได้โดยแบบจำลอง ISCST 3 รวมกับค่าอากาศพื้นฐาน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 113.0 – 141.3 $\mu g/m^3$

เมื่อพิจารณาการวิเคราะห์ทางหลักสถิติจากตารางที่ 4.18 พบว่า ค่า Correlation Coefficient, r มีค่าระหว่าง 0.62 ถึง 1.16 และค่า Fractional Bias, FB มีค่าระหว่าง 0.25 ถึง 1.02 และค่า Normalized Mean Square Error, NMSE มีค่าระหว่าง 0.13 ถึง 1.46 และค่า Factor of Two, Fa2

มีค่าระหว่าง 1.29 ถึง 3.09 แสดงให้เห็นว่า ผลการประเมินด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST 3 มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงในทุกสถานีตรวจวัดที่นำมาเปรียบเทียบ เนื่องจากในแบบจำลองได้ใช้สมมุติฐานว่าปริมาณของก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนเปลี่ยนเป็นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ด้วยอัตราส่วนร้อยละ 75 ซึ่งอาจมีค่าน้อยกว่านี้ในความเป็นจริงได้ ทำให้ค่าจากการประเมินด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST 3 ของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ที่กระจายจากปล่องควันมีค่ามากกว่าการตรวจวัดได้

ตารางที่ 4.17 ค่าความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ที่ได้จากการประเมินโดยแบบจำลอง ISCST 3 ในช่วงวันที่ 18 – 24 เมษายน 2549

วันเดือนปี	ค่าความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ($\mu g/m^3$)							
	หมู่บ้านซับบอน		บ้านผาเสด็จ		วัดซับประดู่		หมู่บ้านหินลับ	
	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง
4 พ.ค. 49	114.0	41.3	123.2	58.2	60.2	43.2	137.8	54.4
5 พ.ค. 49	118.1	82.6	116.5	43.2	67.1	54.5	135.1	65.7
6 พ.ค. 49	119.5	48.8	117.7	71.3	60.3	76.9	134.6	54.4
7 พ.ค. 49	117.2	24.4	124.6	35.6	59.1	28.2	123.8	16.9
8 พ.ค. 49	113.0	24.4	116.6	18.8	60.9	48.8	113.0	35.6
9 พ.ค. 49	117.1	65.7	114.5	28.2	56.7	37.5	135.4	13.1
10 พ.ค. 49	114.8	76.9	124.8	37.5	64.1	43.2	141.3	58.2
ค่ามาตรฐาน	320 ($\mu g/m^3$)							

ตารางที่ 4.18 การวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อนำค่าความเข้มข้นของก๊าซ NO_2 ที่ได้จากการประเมินโดยแบบจำลอง ISCST 3 เปรียบเทียบกับผลการตรวจวัดค่าความเข้มข้นของก๊าซ NO_2 จริง ในช่วงวันที่ 18 – 24 เมษายน 2549

สถานีตรวจวัด	ตัวแปรทางสถิติ			
	Correlation Coefficient, r	Fractional Bias, FB	Normalized Mean Square Error, NMSE	Factor of Two, Fa2
หมู่บ้านซับบอน	0.92	0.76	0.76	2.23
บ้านผาเสด็จ	0.62	0.96	1.26	2.86
วัดซับประดู่	1.16	0.25	0.13	1.29
หมู่บ้านหินลับ	0.72	1.02	1.46	3.09

เมื่อพิจารณารายละเอียดจากตารางที่ 4.19 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบผลการประเมินคุณภาพอากาศโดยแบบจำลองกับการตรวจวัดจริงระหว่างวันที่ 22 – 28 พฤศจิกายน 2549 เป็นตัวแทนในช่วงฤดูหนาว พบว่า ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณโรงเรียนป่าไผ่มีค่าความ

เข้มข้นสูงสุดของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ระดับพื้นดิน 1 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 27.3 – 74.1 $\mu g/m^3$ โดยส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าค่าที่ประเมินได้โดยแบบจำลอง ISCST 3 ที่คำนวณได้ โดยมีค่าความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ระดับพื้นดิน 1 ชั่วโมง เมื่อรวมกับค่าความเข้มข้นพื้นฐาน (Background) อยู่ในช่วง 68.3 – 157.7 $\mu g/m^3$ และบริเวณโรงเรียนหนองผักบุ้งมีค่าความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ในช่วง 23.3 – 79.8 $\mu g/m^3$ โดยส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าค่าความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ระดับพื้นดิน 1 ชั่วโมง ที่ประเมินจากแบบจำลอง ISCST 3 รวมกับค่าความเข้มข้นพื้นฐาน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 56.1 – 122.7 $\mu g/m^3$ และบริเวณวัดทับกวางมีค่าความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ตรวจวัดในช่วง 34.4 – 73.1 $\mu g/m^3$ โดยส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าค่าความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ระดับพื้นดิน 1 ชั่วโมง ที่ประเมินได้โดยแบบจำลอง ISCST 3 ที่คำนวณได้รวมกับค่าความเข้มข้นพื้นฐาน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 71.7 – 150.3 $\mu g/m^3$ และบริเวณสถานีบำรุงพันธุ์สัตว์มีค่าความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ในช่วง 18.5 – 55.3 $\mu g/m^3$ โดยส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าค่าที่ประเมินได้โดยแบบจำลอง ISCST 3 รวมกับค่าอากาศพื้นฐาน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 95.7 – 118.4 $\mu g/m^3$

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 4.20 พบว่า ค่า Correlation Coefficient, r มีค่าระหว่าง 1.41 ถึง 2.24 และค่า Fractional Bias, FB มีค่าระหว่าง 0.61 ถึง 0.89 และค่า Normalized Mean Square Error, NMSE มีค่าระหว่าง 0.43 ถึง 1.02 และค่า Factor of Two, Fa2 มีค่าระหว่าง 1.88 ถึง 2.61 แสดงให้เห็นว่า ผลการประเมินด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST 3 มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงในทุกสถานีตรวจวัดที่นำมาเปรียบเทียบ เนื่องจากในช่วงฤดูหนาวมีอากาศแห้งมากและมีแสงแดดเข้มมากดังนั้นอาจมีผลต่อการสลายตัวของก๊าซออกไซด์ไนโตรเจนในอากาศ ซึ่งในแบบจำลองได้กำหนดให้มีการเปลี่ยนแปรในอัตราส่วนที่คงที่ คือ ร้อยละ 75 ซึ่งในสถานการณ์จริงอาจเกิดการสลายตัวมากกว่าอัตราส่วนที่ใช้นี้

ตารางที่ 4.19 ค่าความเข้มข้นของก๊าซ NO_2 ที่ได้จากการประเมินโดยแบบจำลอง ISCST 3 ในช่วงวันที่ 22 – 28 พฤศจิกายน 2549

วันเดือนปี	ค่าความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ($\mu g/m^3$)							
	โรงเรียนป่าไผ่		โรงเรียนหนองผักปุ้ง		วัดทับกวาง		สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์	
	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง
22 พ.ย. 49	76.1	37.7	92.4	55.3	90.3	48.3	105.3	46.3
23 พ.ย. 49	157.7	75.5	71.9	39.3	81.4	45.8	116.5	55.2
24 พ.ย. 49	96.2	46.4	122.7	79.8	150.3	73.1	98.1	42.4
25 พ.ย. 49	70.6	31.8	75.2	39.6	71.7	34.4	95.7	20.6
26 พ.ย. 49	68.3	27.3	59.1	23.3	108.1	53.2	106.5	46.9
27 พ.ย. 49	129.5	61.9	56.1	23.5	78.2	35.7	104.2	18.5
28 พ.ย. 49	145.4	74.1	111.8	52.5	82.8	41.6	118.4	55.3
ค่ามาตรฐาน	330 ($\mu g/m^3$)							

ตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อนำค่าความเข้มข้นของก๊าซ NO_2 ที่ได้จากการประเมินโดยแบบจำลอง ISCST 3 เปรียบเทียบกับผลการตรวจวัดค่าความเข้มข้นของก๊าซ NO_2 ในช่วงวันที่ 22 – 28 พฤศจิกายน 2549

สถานีตรวจวัด	ตัวแปรทางสถิติ			
	Correlation Coefficient, r	Fractional Bias, FB	Normalized Mean Square Error, NMSE	Factor of Two, Fa2
โรงเรียนป่าไผ่	2.24	0.71	0.62	2.10
โรงเรียนหนองผักปุ้ง	1.82	0.61	0.43	1.88
วัดทับกวาง	1.41	0.66	0.54	2.00
สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์	1.78	0.89	1.02	2.61

4.3.5.3. เปรียบเทียบค่าความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) จากผลการตรวจวัดจริงกับค่าที่ได้จากแบบจำลอง ISCST 3

เมื่อพิจารณารายละเอียดจากตารางที่ 4.21 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบผลการประเมินคุณภาพอากาศโดยแบบจำลองกับการตรวจวัดจริงระหว่างวันที่ 18 – 24 เมษายน 2549 พบว่า ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณหมู่บ้านซับบอนมีค่าความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ระดับพื้นดิน 1 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 5.2 – 7.8 $\mu g/m^3$ ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าที่ประเมินได้โดยแบบจำลอง ISCST 3 ที่คำนวณได้ โดยมีค่าความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ระดับพื้นดิน 1 ชั่วโมง เมื่อรวมกับค่าความเข้มข้นพื้นฐาน (Background) อยู่ในช่วง 3.8 – 7.1 $\mu g/m^3$ และบริเวณบ้านผาเสด็จมีค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ในช่วง 5.1 –

5.3 $\mu g/m^3$ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ระดับพื้นดิน 1 ชั่วโมง ที่ประเมินจากแบบจำลอง ISCST 3 และรวมกับค่าความเข้มข้นพื้นฐาน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 29.9 – 31.4 $\mu g/m^3$ และบริเวณวัดซับประดู่มีค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ตรวจวัดในช่วง 5.0 – 5.3 $\mu g/m^3$ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ระดับพื้นดิน 1 ชั่วโมง ที่ประเมินได้โดยแบบจำลอง ISCST 3 ที่คำนวณได้รวมกับค่าอากาศพื้นฐาน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 10.4 – 13.5 $\mu g/m^3$ และบริเวณหมู่บ้านหินลับมีค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ในช่วง 5.1 – 5.3 $\mu g/m^3$ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าที่ประเมินได้โดยแบบจำลอง ISCST 3 รวมกับค่าอากาศพื้นฐาน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 8.3 – 9.7 $\mu g/m^3$

เมื่อพิจารณาการวิเคราะห์ทางหลักสถิติจากตารางที่ 4.22 พบว่า ค่า Correlation Coefficient, r มีค่าระหว่าง -0.09 ถึง 1.36 และค่า Fractional Bias, FB มีค่าระหว่าง -0.31 ถึง 1.42 และค่า Normalized Mean Square Error, NMSE มีค่าระหว่าง 0.15 ถึง 4.06 และค่า Factor of Two, Fa2 มีค่าระหว่าง 0.73 ถึง 5.89 แสดงให้เห็นว่า ผลการประเมินด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST 3 มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงในทุกสถานีตรวจวัดที่นำมาเปรียบเทียบ ยกเว้น หมู่บ้านซับบอน

ตารางที่ 4.21 ค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ที่ได้จากการประเมินโดยแบบจำลอง ISCST 3 ในช่วงวันที่ 18 – 24 เมษายน 2549

วันเดือนปี	ค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO2) ($\mu g/m^3$)							
	หมู่บ้านซับบอน		บ้านผาเสด็จ		วัดซับประดู่		หมู่บ้านหินลับ	
	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง
4 พ.ค. 49	3.8	7.8	30.1	5.1	11.4	5.2	9.3	5.2
5 พ.ค. 49	6.4	7.3	31.2	5.2	10.4	5.0	8.5	5.3
6 พ.ค. 49	7.1	7.8	30.4	5.1	12.2	5.1	8.3	5.2
7 พ.ค. 49	6.5	8.7	30.9	5.2	13.1	5.3	9.2	5.1
8 พ.ค. 49	4.2	7.8	29.9	5.3	13.0	5.2	9.7	5.2
9 พ.ค. 49	5.3	5.2	31.2	5.2	12.5	5.2	9.1	5.2
10 พ.ค. 49	5.1	7.8	30.0	5.2	13.5	5.2	9.5	5.2
ค่ามาตรฐาน	780 ($\mu g/m^3$)							

ตารางที่ 4.22 การวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อนำค่าความเข้มข้นของก๊าซ SO_2 ที่ได้จากการประเมินโดยแบบจำลอง ISCST 3 เปรียบเทียบกับผลการตรวจวัดค่าความเข้มข้นของก๊าซ SO_2 ในช่วงวันที่ 18 – 24 เมษายน 2549

สถานีตรวจวัด	ตัวแปรทางสถิติ			
	Correlation Coefficient, r	Fractional Bias, FB	Normalized Mean Square Error, NMSE	Factor of Two, Fa2
หมู่บ้านซับบอน	0.60	-0.31	0.15	0.73
บ้านผาเสด็จ	-0.09	1.42	4.06	5.89
วัดซับประดู่	1.36	0.82	0.81	2.38
หมู่บ้านหินลับ	-1.17	0.54	0.32	1.75

เมื่อพิจารณารายละเอียดจากตารางที่ 4.23 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบผลการประเมินคุณภาพอากาศโดยแบบจำลองกับการตรวจวัดจริงระหว่างวันที่ 22 – 28 พฤศจิกายน 2549 เป็นตัวแทนในช่วงฤดูหนาว พบว่า ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณโรงเรียนป่าไผ่มีค่าความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ระดับพื้นดิน 1 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 5.1 – 5.2 $\mu g/m^3$ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าที่ประเมินได้โดยแบบจำลอง ISCST 3 ที่คำนวณได้ โดยมีค่าความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ระดับพื้นดิน 1 ชั่วโมง เมื่อรวมกับค่าความเข้มข้นพื้นฐาน (Background) อยู่ในช่วง 10.1 – 15.6 $\mu g/m^3$ และบริเวณโรงเรียนหนองผักบุ้งมีค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ในช่วง 5.2 – 5.3 $\mu g/m^3$ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ระดับพื้นดิน 1 ชั่วโมง ที่ประเมินจากแบบจำลอง ISCST 3 และรวมกับค่าความเข้มข้นพื้นฐาน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 24.7 - 27.1 $\mu g/m^3$ และบริเวณวัดทับกวางมีค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ตรวจวัดในช่วง 5.1 – 5.3 $\mu g/m^3$ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ระดับพื้นดิน 1 ชั่วโมง ที่ประเมินได้โดยแบบจำลอง ISCST 3 ที่คำนวณได้ รวมกับค่าความเข้มข้นพื้นฐาน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 12.0-14.8 $\mu g/m^3$ และบริเวณสถานีบำรุงพันธุ์สัตว์มีค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ในช่วง 5.1 – 5.2 $\mu g/m^3$ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าที่ประเมินได้โดยแบบจำลอง ISCST 3 รวมกับค่าอากาศพื้นฐาน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 13.2 – 14.7 $\mu g/m^3$

เมื่อพิจารณาตารางที่ 4.24 พบว่า ค่า Correlation Coefficient, r มีค่าระหว่าง -1.23 ถึง 1.51 และค่า Fractional Bias, FB มีค่าระหว่าง 0.88 ถึง 1.33 และค่า Normalized Mean Square Error, NMSE มีค่าระหว่าง 0.96 ถึง 3.21 และค่า Factor of Two, Fa2 มีค่าระหว่าง 2.56 ถึง 5.00 แสดงให้เห็นว่า ผลการประเมินด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST 3 มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงในทุกสถานีตรวจวัดที่นำมาเปรียบเทียบ

ตารางที่ 4.23 ค่าความเข้มข้นของก๊าซ SO_2 ที่ได้จากการประเมินโดยแบบจำลอง ISCST 3 ในช่วงวันที่ 22 – 28 พฤศจิกายน 2549

วันเดือนปี	ค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ($\mu g/m^3$)							
	โรงเรียนป่าไผ่		โรงเรียนหนองผักบุ้ง		วัดทับกวาง		สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์	
	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง	ISCST 3 + Background	ผลตรวจวัดจริง
4 พ.ค. 49	12.2	5.2	25.9	5.2	12.2	5.3	13.3	5.2
5 พ.ค. 49	14.7	5.2	27.1	5.2	14.1	5.2	14.5	5.2
6 พ.ค. 49	15.6	5.2	27.1	5.3	14.3	5.2	14.1	5.2
7 พ.ค. 49	14.4	5.1	25.6	5.2	14.8	5.1	13.2	5.1
8 พ.ค. 49	10.1	5.1	24.7	5.3	13.5	5.3	14.7	5.2
9 พ.ค. 49	15.1	5.2	26.8	5.2	12.0	5.2	14.1	5.2
10 พ.ค. 49	11.9	5.1	25.8	5.2	12.4	5.2	13.5	5.2
ค่ามาตรฐาน	780 ($\mu g/m^3$)							

ตารางที่ 4.24 การวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อนำค่าความเข้มข้นของก๊าซ SO_2 ที่ได้จากการประเมินโดยแบบจำลอง ISCST 3 เปรียบเทียบกับผลการตรวจวัดค่าความเข้มข้นของก๊าซ SO_2 ในช่วงวันที่ 22 – 28 พฤศจิกายน 2549

สถานีตรวจวัด	ตัวแปรทางสถิติ			
	Correlation Coefficient, r	Fractional Bias, FB	Normalized Mean Square Error, NMSE	Factor of Two, Fa2
โรงเรียนป่าไผ่	1.51	0.89	1.04	2.60
โรงเรียนหนองผักบุ้ง	-0.37	1.33	3.21	5.00
วัดทับกวาง	-1.23	0.88	0.96	2.56
สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์	-1.12	0.91	1.06	2.68

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ผลการคำนวณด้วยวิธีทางการสถิติแสดงให้เห็นว่าการประเมินด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST 3 ให้ผลการประเมินที่สูงกว่าผลการตรวจวัดจริง ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนี้อาจมีสาเหตุจาก

1. หลักการสมมุติฐานของแบบจำลอง ISCST 3

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ได้รับการพัฒนาจากองค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมอเมริกา (US.EPA.) ดังนั้นค่าคงที่ต่างๆ ที่นำมาใช้ในแบบจำลองได้ถูกกำหนดขึ้นโดยใช้ข้อมูลอ้างอิงจากสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศของประเทศสหรัฐอเมริกา เช่น Wind Profiles Exponent, Vertical Potential Temperature Gradients ซึ่งทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลเมื่อนำ

แบบจำลองมาใช้ทำนายความเข้มข้นของสารมลพิษในบรรยากาศในประเทศ รวมถึงสมมติฐานของแบบจำลอง ดังนี้

- มีการระบายสรมลพิษอย่างต่อเนื่อง และอัตราการระบายสารมลพิษดังกล่าวคงที่ตลอดในช่วงเวลาที่คำนวณ
- สารมลพิษอากาศต้องไม่เปลี่ยนแปลงสภาพ และหากกระทบพื้นดินต้องสะท้อนกลับหมด
- สภาพทางอุตุนิยมวิทยาคงที่ตลอดเวลา 1 ชั่วโมง
- ความเข้มข้นของสารมลพิษใดๆ ในทิศทางขวางลมแนวดิ่งและแนวราบมีการกระจายเป็นแบบปกติ (Normal distribution)

2. คุณภาพของข้อมูลที่ใช้ในการประเมินด้วยแบบจำลอง

2.1 ข้อมูลแหล่งกำเนิด ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลอัตราการระบายสารมลพิษ เนื่องจากในการศึกษานี้ข้อมูลอัตราการระบายสารมลพิษเป็นข้อมูลซึ่งได้รับจากการจัดทำบัญชีการปล่อยสารมลพิษทางอากาศโดยพิจารณาจากปริมาณการผลิตและการใช้วัตถุดิบของโรงงานอุตสาหกรรมที่ได้จัดส่งรายงานตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำการรวบรวมจากข้อมูลที่มีอยู่และยอมรับได้มากที่สุดในขณะทำการศึกษา ดังนั้น ความถูกต้องของข้อมูลเหล่านี้จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

2.2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ประกอบด้วยข้อมูลความเร็วลม ทิศทางลม อุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ และข้อมูลปริมาณเมฆบนท้องฟ้า ซึ่งได้จากการตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของการทำนายความเข้มข้นของสารมลพิษด้วยแบบจำลองอาจมาจากการขาดแคลนข้อมูลเฉพาะทางอุตุนิยมวิทยาของประเทศไทย เช่น ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับสูงในพื้นที่ศึกษา รวมถึงรูปแบบของข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากกรมอุตุนิยมวิทยาที่ไม่ตรงกับรูปแบบการนำเข้าข้อมูลของแบบจำลอง ISCST3 เนื่องจากแบบจำลองต้องการรูปแบบอุตุนิยมวิทยาราย 1 ชั่วโมง แต่รูปแบบของข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นราย 3 ชั่วโมง

3. แหล่งกำเนิดของสารมลพิษในบริเวณใกล้เคียง เช่น ในกรณีที่ ณ จุดที่ทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศมีแหล่งกำเนิดสารมลพิษอื่นๆ อยู่ใกล้เคียงกับจุดตรวจวัด เช่น ปล่องจากโรงงานอุตสาหกรรมอื่นที่อยู่ใกล้เคียง แหล่งกำเนิดเคลื่อนที่ เช่น รถยนต์ รถจักรยานยนต์ หรือจากการจราจร หรือ สารมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้เศษวัชพืชและขยะมูลฝอยในบริเวณใกล้เคียงจุดตรวจวัด ซึ่งส่งผลให้ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษที่ตรวจวัดได้ในวันนั้นมีค่าความคลาดเคลื่อนไป

4. เนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบเพื่อประเมินความถูกต้องของแบบจำลองมีจำนวนข้อมูลที่น้อย คือมีเฉพาะข้อมูลที่เป็นตัวแทนของฤดูร้อน (เดือนเมษายนและเดือนพฤษภาคม) เท่านั้น โดยวิธีที่นำมาใช้ประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองเป็นวิธีทางสถิติซึ่งต้องการจำนวนของข้อมูลที่มากพอ เมื่อนำมาเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารมลพิษเฉพาะในวันที่ที่มีข้อมูลย่อมทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ ทั้งนี้ เพราะการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องมีข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศจำนวนมาก และในทางปฏิบัติควรเลือกสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ณ จุดของผู้รับผลกระทบที่มีข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศของทางราชการหรือหน่วยงานที่มีความน่าเชื่อถือ เพื่อจะได้ใช้ประโยชน์ของข้อมูลจากการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

จากผลการศึกษาครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST 3 ทำนายความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศให้ค่าที่แตกต่างจากค่าที่ได้จากการวัดจริงมาก ดังนั้นในการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศในบรรยากาศสำหรับการศึกษาผลกระทบที่เกิดจากแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ผู้ใช้ควรตระหนักว่าแบบจำลองอาจให้ค่าที่ไม่ถูกต้อง หากข้อมูลที่ใส่ในแบบจำลองได้แก่ ข้อมูลแหล่งกำเนิดสารมลพิษ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ไม่ถูกต้องและต้องตรวจสอบสมมุติฐานของแบบจำลองที่ใช้ด้วย

แต่อย่างไรก็ตาม ในการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้น สามารถทำนายความเข้มข้นของสารมลพิษเฉลี่ย 1 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง หรือ 1 ปี ได้อย่างรวดเร็ว มีค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าการตรวจวัดจริงและยังครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้าง แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องการข้อมูลของแหล่งกำเนิดและสภาพอุตุนิยมวิทยาที่ถูกต้องและสมบูรณ์มากที่สุด ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้วิธีการทั้งสองอย่างควบคู่กันไป เช่น ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถทำนายผลกระทบจากแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศในบรรยากาศได้อย่างรวดเร็ว เพื่อแสดงจุดที่คาดว่าจะมีผลกระทบสูง แล้วจึงตั้งเครื่องมือตรวจวัดที่จุดนั้นๆ หลังจากนั้นจึงนำผลการตรวจวัดจริงที่ได้นั้นมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทำนายด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อให้มั่นใจว่าผลการประเมินเป็นผลที่เชื่อถือได้ จะทำให้วิธีการประเมินทั้งสองมีความถูกต้องมากขึ้น นำไปสู่การพัฒนาที่ดีขึ้น

การประยุกต์การใช้งานของแบบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการทำนายความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศนั้น อาจสรุปได้ดังนี้

1.) งานเพื่อการให้อนุญาตโรงงานประกอบกิจการซึ่งต้องมีการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมทางด้านคุณภาพอากาศ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และต้องผ่านความเห็นชอบทางของคณะกรรมการผู้ชำนาญการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม

2.) การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ควบคุมการดำเนินกิจการของโรงงานอุตสาหกรรม หากเกิดกรณีร้องเรียนและร้องทุกข์เกี่ยวกับโรงงานอุตสาหกรรมที่มีสารมลพิษทางอากาศมีผลต่อที่อยู่อาศัยของผู้ร้องทุกข์โดยรอบโรงงานอุตสาหกรรม การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทำนายความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศจะมีความสะดวกรวดเร็วมาก เพราะการตรวจวัดจากแหล่งกำเนิดหรือตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยรวมหรือที่อยู่อาศัยของผู้ร้องทุกข์นั้นเป็นไปได้ยากในทางปฏิบัติ และข้อมูลที่ได้มักไม่เพียงพอต่อการตัดสินใจ สำหรับการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้นการโต้แย้งข้อมูลมักมีน้อย เนื่องจากหลักการเป็นอย่างเดียวกับทางวิชาการ และการทำนายความเข้มข้นสารมลพิษสามารถใช้ในกรณีต่างๆ เช่น กรณีระบบบำบัดมลพิษไม่ทำงานและก่อให้เกิดปริมาณสารมลพิษทางอากาศที่เกิดมาตรฐานในบริเวณที่อยู่อาศัยของผู้ร้องทุกข์หรือประชาชนโดยรอบได้หรือไม่ ซึ่งทำให้การวิเคราะห์มีน้ำหนักมากขึ้น

3.) การจัดการวางแผนระยะยาวสำหรับพื้นที่อุตสาหกรรม เช่น นิคมอุตสาหกรรม ซึ่งมีโรงงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก และบางแห่งมีปัญหาคุณภาพอากาศเกิดขึ้นกับชุมชนและบริเวณโดยรอบ ทำให้การพิจารณาถึงการจัดตั้งโรงงานอุตสาหกรรมใหม่ในนิคมอุตสาหกรรมนั้นมีปัญหา เนื่องจากอาจทำให้สถานการณ์คุณภาพอากาศในบรรยากาศบริเวณนั้นมีค่าสูงเกินกว่ามาตรฐาน ดังนั้นการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาขีดความสามารถในการรองรับมลพิษทางอากาศในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมนั้นๆ ทำให้สามารถกำหนดมาตรฐานสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมที่เข้ามาใหม่ในพื้นที่ดังกล่าว ว่าจะมีผลต่อคุณภาพอากาศโดยรอบนิคมอุตสาหกรรมอย่างไร

4.4 ผลการประเมินคุณภาพอากาศในพื้นที่อำเภอแก่งคอย โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST 3

4.4.1 กรณีการใช้อัตราการระบายสูงสุดตามที่ได้รับอนุมัติตามรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม

โดยการประเมินที่อัตราการระบายสูงสุดนี้ ใช้ข้อมูลในรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมในพื้นที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่ปี 2535 ถึงปี 2548 ค่าอัตราการระบายสารมลพิษทางอากาศตัวที่สำคัญตามที่ได้รับอนุมัติ คือ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ฝุ่นละออง (PM) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ผลการประเมินค่าความเข้มข้นสูงสุดของสารมลพิษทางอากาศดังกล่าวระดับพื้นดินเฉลี่ย 1 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง และรายปี ที่ได้จากแบบจำลอง ISCST 3 ได้นำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย

ผลจากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า ในพื้นที่อำเภอแก่งคอยมีโครงการที่ได้จัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจำนวน 4 โครงการ ซึ่งมีอัตราการระบายที่ใช้สรุปได้ตามตารางที่ 4.25 มีแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดทั้งหมด 28 ปล่อง มีค่าอัตราการระบายก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เท่ากับ 327.93 g/s ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) เท่ากับ 2,012.62 g/s และฝุ่นละออง (PM) เท่ากับ 439.03 g/s และโดยในกรณีนี้ได้สมมุติให้แหล่งกำเนิดนี้มีอัตราการปล่อยสารมลพิษคงที่ตลอดเวลา และผลการประเมินคุณภาพอากาศโดยแบบจำลอง ISCST 3 นำมาคิดรวมกับค่าความเข้มข้นพื้นฐาน (Background Concentration) ที่ตรวจวัดได้จากสถานีวัดซับประดู่ คือ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) เท่ากับ 28.22 $\mu g/m^3$ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เท่ากับ 2.61 $\mu g/m^3$ และฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอนในบรรยากาศ (TSP) เท่ากับ 47.0 $\mu g/m^3$ ผลการศึกษามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.1.1 ผลการประเมินการแพร่กระจายของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)

เมื่อพิจารณาจากผลการประเมินคุณภาพอากาศโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่า ค่าความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ระดับพื้นดินเฉลี่ย 1 ชั่วโมง บริเวณตำแหน่งพิกัด UTM X=724000.00 และ Y=1618200.00 มีค่าสูงสุด 668.78 $\mu g/m^3$ ซึ่งมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปที่กำหนดให้ค่าความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ต้องไม่เกิน 320 $\mu g/m^3$ สำหรับค่าความเข้มข้นสูงสุด ณ จุดสังเกต (Discrete Receptor) ที่เวลาเฉลี่ย 1 ชั่วโมง สามารถแสดงได้ตามตารางที่ 4.26

จำนวน	บริษัท	หน่วย	พิกัด UTM		Ht.(m)	Dia.(m)	EXIT TEMP.(°K)	EXIT VEL. (m/s)	EMISSION RATE (g/s)		
			X	Y					PM	SO_2	NO_x
1	บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด	ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 1	720019.32	1620529.30	30.00	0.68	370.06	12.33	1.56	0.00	0.00
2		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 2	719482.94	1619693.08	30.00	0.60	376.87	16.97	2.58	0.00	0.00
3		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 3	719926.03	1620352.73	30.00	0.96	375.17	4.49	1.43	0.00	0.00
4		ปล่องหม้อเผา 3	720122.18	1620352.69	105.00	3.20	348.20	21.74	15.38	20.80	150.20
5		ปล่องหม้อเผา 4	720318.74	1620346.02	105.00	3.20	404.58	21.36	16.85	18.86	150.20
6		ปล่องหม้อเผา 5	719742.38	1619736.35	97.00	4.00	387.76	16.88	17.30	18.32	150.20
7		ปล่องหม้อเผา 6	720002.24	1619989.55	102.00	4.20	411.39	16.28	19.22	27.73	150.20
8	บริษัท ปูนซิเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน)	ปล่องหม้อเผา 3	726402.98	1618016.96	102.00	4.00	308.30	17.17	32.46	25.43	146.90
9		ปล่องหม้อเผา 4	726408.61	1617808.94	116.00	4.00	390.00	19.35	43.94	28.01	161.82
10		ปล่องหม้อเผา 5	723361.49	1617870.79	93.00	5.20	310.20	15.07	35.89	35.19	203.27
11		ปล่องหม้อเผา 6	723159.09	1617786.46	93.00	5.20	406.50	15.10	31.32	42.95	248.11
12	บริษัท ทีพีไอโพลีน จำกัด (มหาชน)	ปล่องหม้อเผา 1	728748.76	1620489.32	125.00	5.00	403.00	12.50	45.00	31.92	184.40
13		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 1-2	728525.81	1620342.27	50.00	2.50	363.00	8.70	5.00	0.00	0.00
14		ปล่องหม้อเย็น 1	729294.27	1620494.06	50.00	5.50	513.00	12.70	15.00	0.00	0.00
15		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 1	729493.50	1620470.34	50.00	1.50	373.00	11.00	0.50	0.00	0.00
16		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 2	729673.75	1620465.60	50.00	1.50	373.00	11.00	0.50	0.00	0.00
17		ปล่องหม้อเผา 2	728729.79	1620702.78	125.00	5.00	403.00	12.50	45.00	31.92	184.40
18		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 3 - 4	729028.63	1620674.32	50.00	2.50	363.00	8.70	5.00	0.00	0.00
19		ปล่องหม้อเย็น 2	729180.42	1620849.83	50.00	5.50	513.00	12.70	15.00	0.00	0.00
20		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 3,4,5	729493.50	1620669.57	50.00	1.50	373.00	11.00	1.50	0.00	0.00
21		ปล่องหม้อเผา 3	729450.81	1619706.63	125.00	5.00	403.00	12.50	45.00	31.92	184.40
22		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 5 -6	729118.76	1619958.04	50.00	2.50	363.00	8.70	5.00	0.00	0.00
23		ปล่องหม้อเย็น 3	729109.27	1619706.63	50.00	5.50	513.00	12.70	15.00	0.00	0.00
24		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 6-7	729322.73	1620067.14	50.00	1.50	373.00	11.00	1.00	0.00	0.00
25	Gulf Power Generation Co., Ltd	Kaeng Khoi 2 Power Plant HRSG 1	719101.65	1615684.68	55.00	6.50	383.50	19.89	5.65	3.72	24.63
26		Kaeng Khoi 2 Power Plant HRSG 2	719292.66	1615680.24	55.00	6.50	383.50	19.89	5.65	3.72	24.63
27		Kaeng Khoi 2 Power Plant HRSG 3	719639.14	1615666.91	55.00	6.50	383.50	19.89	5.65	3.72	24.63
28		Kaeng Khoi 2 Power Plant HRSG 4	719834.59	1615680.24	55.00	6.50	383.50	19.89	5.65	3.72	24.63

ตารางที่ 4.25 อัตราการระบายมลพิษสูงสุดตามที่ได้รับอนุมัติจากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมในพื้นที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

จากตารางแสดงผลการประเมินปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ในบรรยากาศ พบว่า ที่ตำแหน่งสถานีตรวจวัดทั้ง 19 จุด ส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 21 (พ.ศ. 2544) ยกเว้นในบางสถานีตรวจวัดที่มีค่าสูงกว่ามาตรฐานคุณภาพอากาศของประเทศไทย ได้แก่ โรงเรียนอนุบาลทับกวาง โรงเรียนชุมชนนิคมทับกวางสงเคราะห์ และวัดทับกวาง โดยสามารถแสดงลักษณะการกระจายตัวและเส้นระดับความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุด 1 ชั่วโมง ของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ได้ตามรูปที่ 4.9

ตารางที่ 4.26 สถานีตรวจวัดและค่าความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ประเมินจากแบบจำลอง

สถานีตรวจวัด	พิกัด UTM (m)		NO_2 ($\mu g/m^3$)
	X	Y	เฉลี่ยสูงสุด 1 ชั่วโมง
บ้านวังกวาง	718957.25	1620301.12	318.93
บ้านท่าเกวียน	719370.38	1624052.38	236.19
บ้านป่า	718064.38	1619481.50	281.33
เทศบาลแก่งคอย	717144.88	1614124.38	275.98
บ้านซับบอน	728385.56	1618775.25	298.13
โรงเรียนอนุบาลทับกวาง	723388.25	1616003.38	353.56
โรงเรียนชุมชนนิคมทับกวางสงเคราะห์	725567.06	1615357.12	345.90
โรงเรียนป่าไผ่	720436.44	1615810.25	314.16
โรงเรียนหนองผักบุ้ง	721202.75	1614450.88	226.37
วัดทับกวาง	722215.56	1615450.25	363.70
สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์	722222.19	1616836.38	339.24
สถานีไฟฟ้าย่อยทับกวาง	721615.88	1615463.75	281.76
บ้านผาเสด็จ	726922.69	1619575.75	299.38
วัดหินลับ	730191.69	1621718.88	189.89
วัดซับประดู่	731506.38	1624033.25	187.26
วัดท่าเสา	728966.88	1624078.25	185.90
หมู่บ้านโสกแถว	729336.12	1622691.50	189.50
หมู่บ้านคุ้งเขา	728606.69	1622817.62	197.22
หมู่บ้านเขาไม้เกวียน	729255.06	1624528.62	181.81
ค่ามาตรฐาน			320.00

4.4.1.2 ผลการประเมินการแพร่กระจายของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)

เมื่อพิจารณาจากผลการประเมินคุณภาพอากาศโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่า ค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) โดยเฉลี่ยในเวลา 1 ชั่วโมง บริเวณตำแหน่งพิกัด UTM X=727200.00 และ Y=1619400.00 มีค่าสูงสุด 180.47 $\mu g/m^3$ แต่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปที่กำหนดให้ค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ไม่เกิน 780 $\mu g/m^3$ สำหรับค่าความเข้มข้นสูงสุด ณ จุดสังเกต (Discrete Receptor) ที่เวลาเฉลี่ย 1 ชั่วโมง สามารถแสดงได้ตามตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 สถานีตรวจวัดและค่าความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ประเมินจากแบบจำลอง

สถานีตรวจวัด	พิกัด UTM (m)		ค่าเฉลี่ยสูงสุด SO_2 ($\mu g/m^3$)	
	X	Y	1 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
บ้านวังกวาง	718957.25	1620301.12	80.52	9.04
บ้านท่าเกวียน	719370.38	1624052.38	44.46	8.56
บ้านป่า	718064.38	1619481.50	57.35	6.88
เทศบาลแก่งคอย	717144.88	1614124.38	66.99	7.83
บ้านซับบอน	728385.56	1618775.25	61.74	9.38
โรงเรียนอนุบาลทับกวาง	723388.25	1616003.38	67.04	10.11
โรงเรียนชุมชนนิคมทับกวางสงเคราะห์	725567.06	1615357.12	66.43	8.96
โรงเรียนป่าไผ่	720436.44	1615810.25	58.64	8.05
โรงเรียนหนองผักบุ้ง	721202.75	1614450.88	55.70	7.75
วัดทับกวาง	722215.56	1615450.25	106.18	14.07
สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์	722222.19	1616836.38	68.19	8.32
สถานีไฟฟ้าย่อยทับกวาง	721615.88	1615463.75	60.72	7.51
บ้านผาเสด็จ	726922.69	1619575.75	54.33	8.75
วัดหินลับ	730191.69	1621718.88	45.91	8.35
วัดซับประดู่	731506.38	1624033.25	43.38	7.22
วัดท่าเสา	728966.88	1624078.25	45.07	7.21
หมู่บ้านโสกแถว	729336.12	1622691.50	55.97	7.57
หมู่บ้านคุ้งเขา	728606.69	1622817.62	47.64	6.83
หมู่บ้านเขาไม้เกวียน	729255.06	1624528.62	41.29	7.16
ค่ามาตรฐาน			780.00	300.00

จากตารางแสดงผลการประเมินปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ในบรรยากาศ พบว่า ที่ตำแหน่งสถานีตรวจวัดทั้ง 19 จุด มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 21 (พ.ศ.2544) ซึ่งสามารถแสดงลักษณะการกระจายตัวและเส้นระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ของ SO_2 ได้ตามภาพที่ 4.10 และลักษณะการกระจายตัวและเส้นระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ของ SO_2 ได้ตามภาพที่ 4.11

4.4.1.3 ผลการประเมินการแพร่กระจายของฝุ่นละอองรวม (TSP)

เมื่อพิจารณาจากผลการประเมินคุณภาพอากาศโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่า ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวม (TSP) โดยเฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง บริเวณตำแหน่งพิกัด UTM X=727200.00 และ Y=1617800.00 มีค่าสูงสุด 274.20 $\mu g/m^3$ สำหรับค่าความเข้มข้นสูงสุด ณ จุดสังเกต (Discrete Receptor) ที่เวลาเฉลี่ย 24 ชั่วโมง สามารถแสดงได้ตามตารางที่ 4.28

จากตารางแสดงผลการประเมินปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) ในบรรยากาศ พบว่า ที่ตำแหน่งสถานีตรวจวัดทั้ง 19 จุด มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 21 (พ.ศ.2544) ซึ่งสามารถแสดงลักษณะการกระจายตัวและเส้นระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ของ TSP ได้ตามภาพที่ 4.12

จากการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปผลการประเมินคุณภาพอากาศโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST 3 ได้ตามตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.28 สถานีตรวจวัดและค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองรวมที่ประเมินจากแบบจำลอง

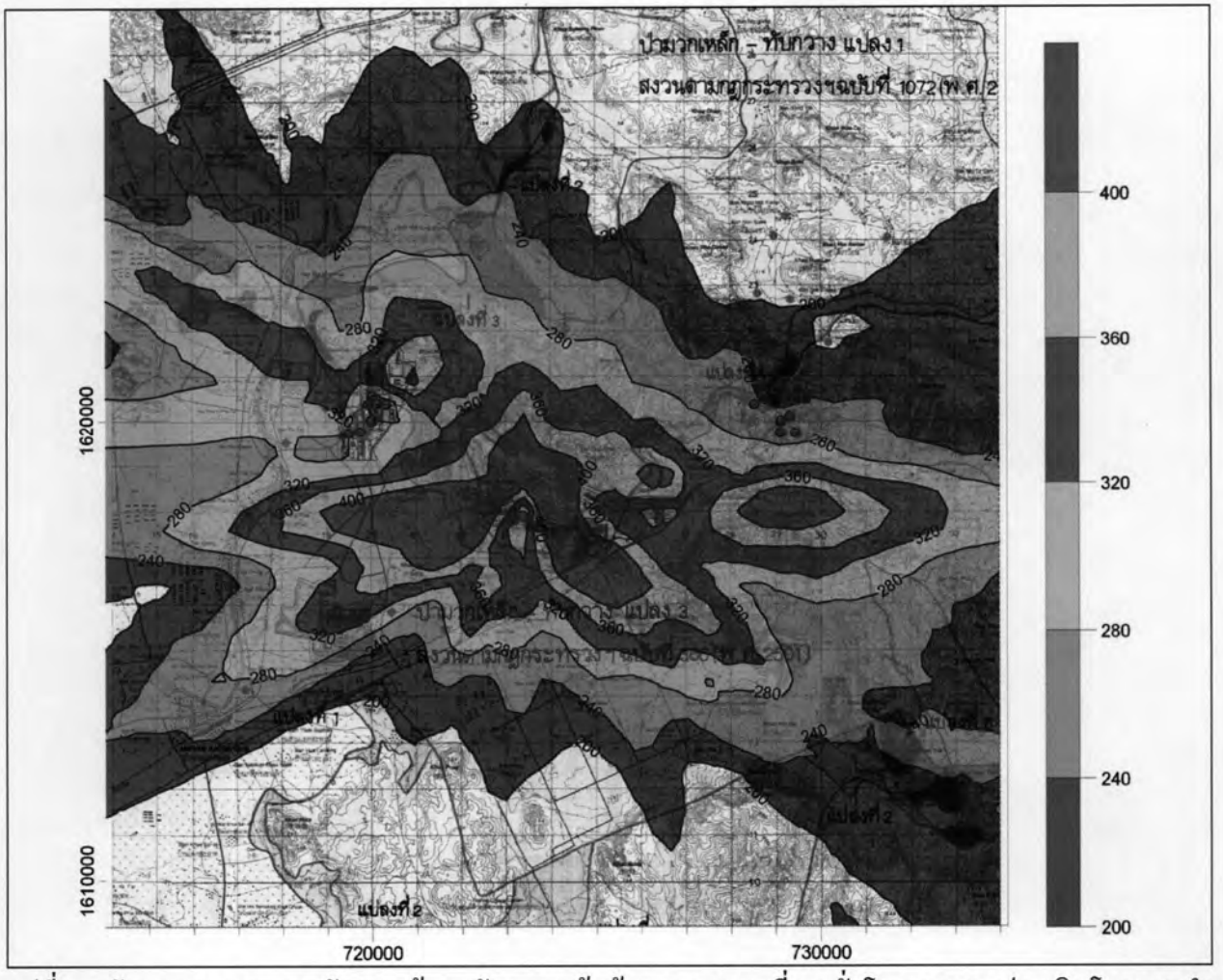
สถานีตรวจวัด	พิกัด UTM (m)		TSP (µg/m3)
	X	Y	เฉลี่ยสูงสุด 24 ชั่วโมง
บ้านวังกวาง	718957.25	1620301.12	103.97
บ้านท่าเกวียน	719370.38	1624052.38	55.82
บ้านป่า	718064.38	1619481.50	89.02
เทศบาลแก่งคอย	717144.88	1614124.38	107.40
บ้านซับบอน	728385.56	1618775.25	91.75
โรงเรียนอนุบาลทับกวาง	723388.25	1616003.38	96.65
โรงเรียนชุมชนนิคมทับกวางสงเคราะห์	725567.06	1615357.12	87.75
ค่ามาตรฐาน			330.00

ตารางที่ 4.28 สถานีตรวจวัดและค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองรวมที่ประเมินจากแบบจำลอง (ต่อ)

สถานีตรวจวัด	พิกัด UTM (m)		TSP (µg/m3)
	X	Y	เฉลี่ยสูงสุด 24 ชั่วโมง
โรงเรียนป่าไผ่	720436.44	1615810.25	97.67
โรงเรียนหนองผักบุ้ง	721202.75	1614450.88	76.70
วัดทับกวาง	722215.56	1615450.25	129.95
สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์	722222.19	1616836.38	89.47
สถานีไฟฟ้าย่อยทับกวาง	721615.88	1615463.75	101.61
บ้านผาเสด็จ	726922.69	1619575.75	83.78
วัดหินลับ	730191.69	1621718.88	98.15
วัดซับประดู่	731506.38	1624033.25	76.83
วัดท่าเสา	728966.88	1624078.25	75.61
หมู่บ้านโสกแถว	729336.12	1622691.50	69.21
หมู่บ้านคุ้งเขา	728606.69	1622817.62	72.98
หมู่บ้านเขาไม้เกวียน	729255.06	1624528.62	81.62
ค่ามาตรฐาน			330.00

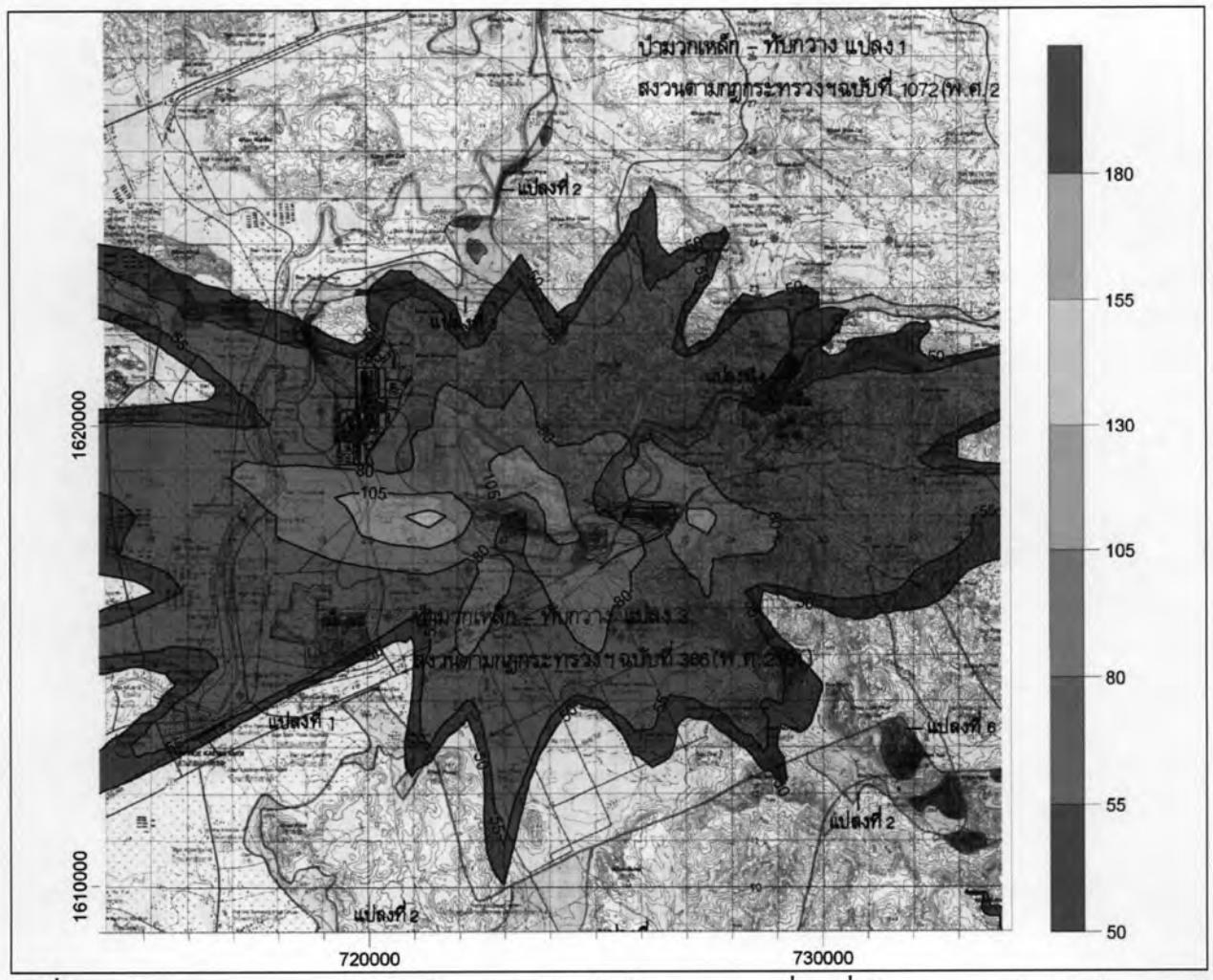
ตารางที่ 4.29 สรุปผลการประเมินคุณภาพอากาศโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST 3 ในกรณีที่มีการปล่อยมลพิษตามอัตราการระบายสูงสุดตามที่ได้อนุมัติ

สารมลพิษ	ระยะเวลาเฉลี่ย	ค่าความเข้มข้นสูงสุด ($\mu g/m^3$)	มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ($\mu g/m^3$)
1. TSP	เฉลี่ย 24 ชม.	274.20 (727200, 1617800)	330
	เฉลี่ย 1 ปี	14.61 (721600, 1617800)	100
2. SO_2	เฉลี่ย 1 ชม.	180.47 (727200, 1619400)	780
	เฉลี่ย 24 ชม.	18.65 (721600, 1617800)	300
	เฉลี่ย 1 ปี	2.28 (726400, 1619800)	100
3. NO_2	เฉลี่ย 1 ชม.	668.78 (724000, 1618200)	320

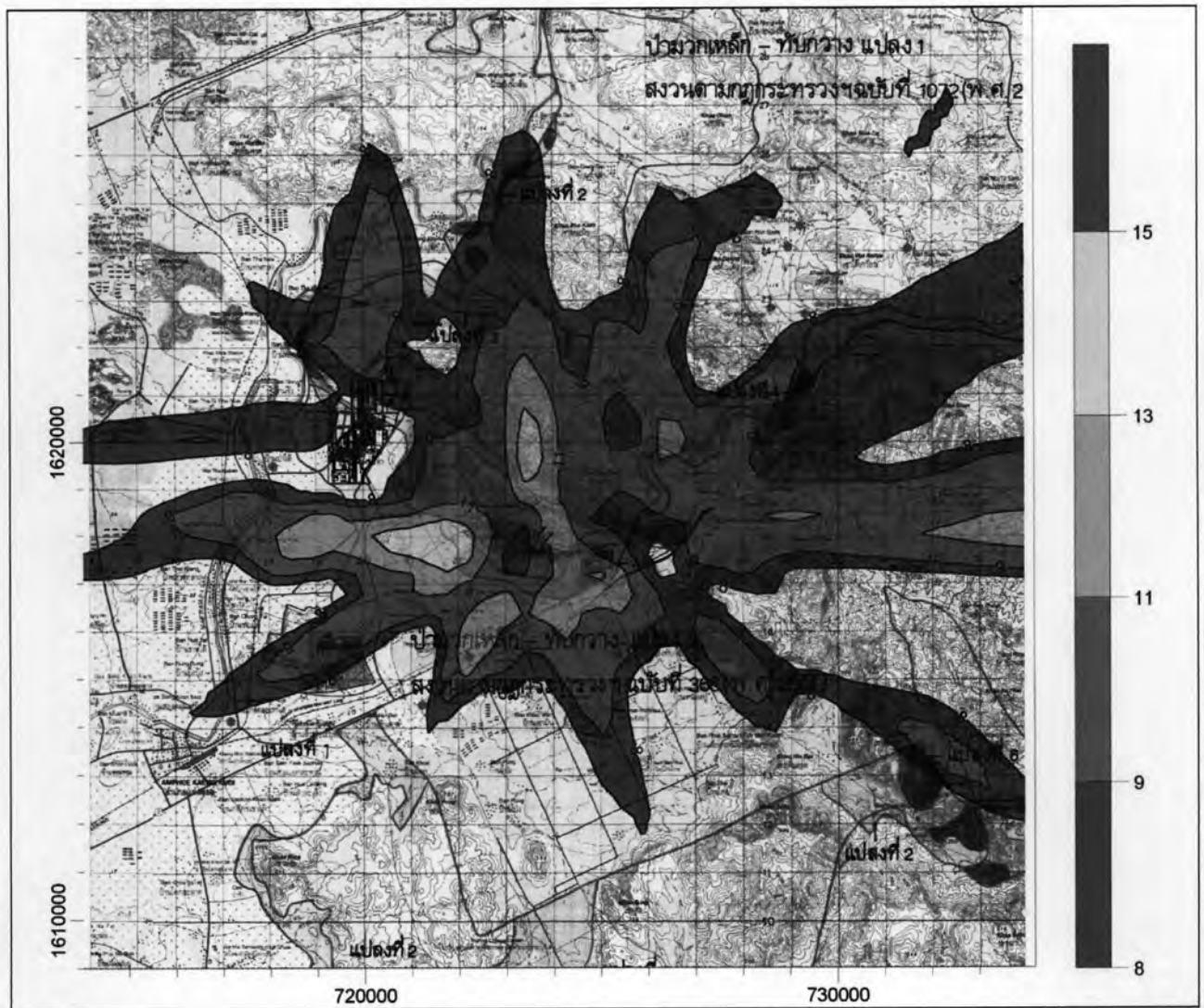


รูปที่ 4.9 ลักษณะการกระจายตัวและเส้นระดับความเข้มข้นของ NO_x เฉลี่ย 1 ชั่วโมง จากการประเมินโดยแบบจำลอง ISCST 3 โดยอัตราการระบายสูงสุด

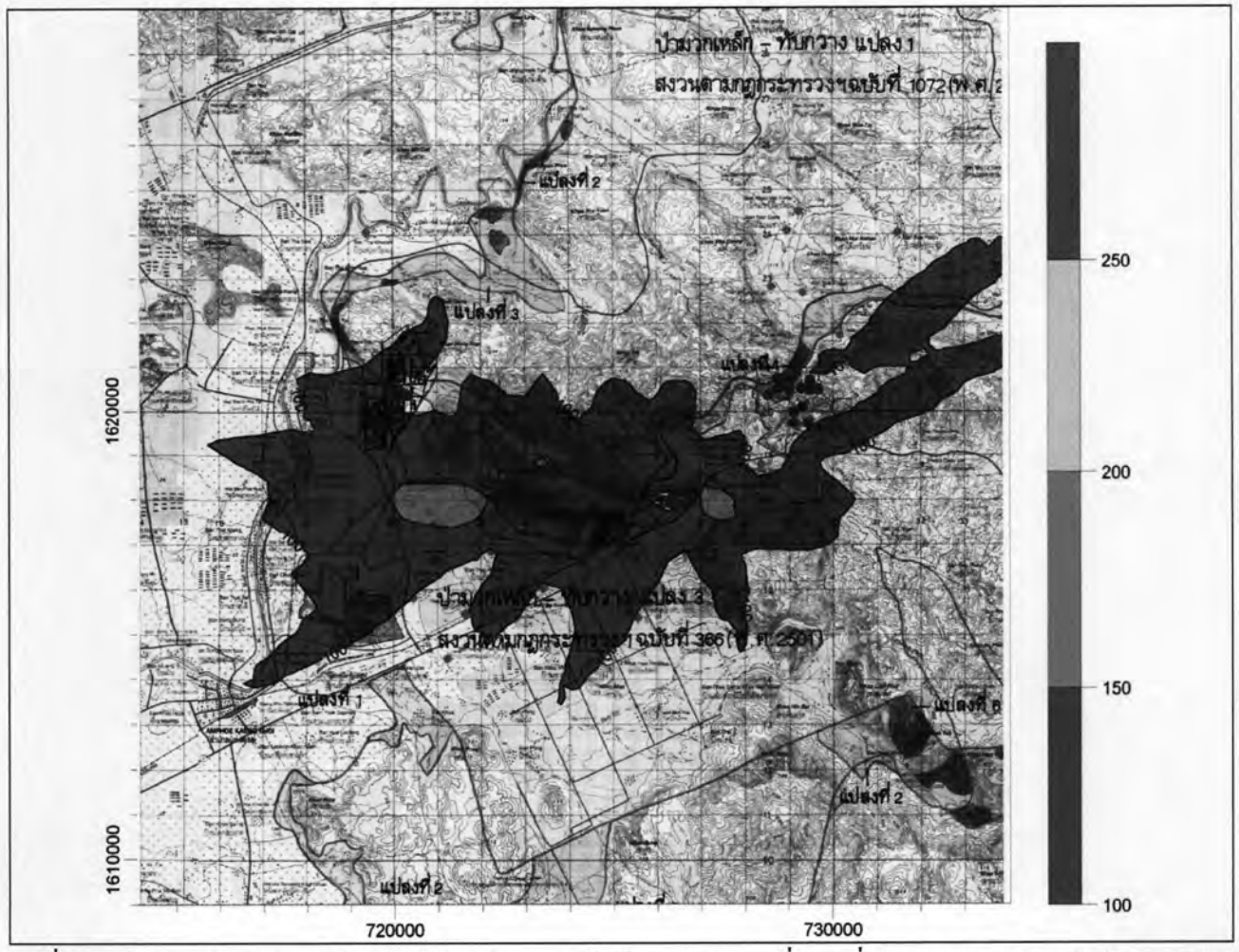
หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.10 ลักษณะการกระจายตัวและเส้นระดับความเข้มข้นของ SO_2 เฉลี่ย 1 ชั่วโมง จากการประเมินโดยแบบจำลอง ISCST 3 โดยอัตราการระบายสูงสุด



รูปที่ 4.11 ลักษณะการกระจายตัวและเส้นระดับความเข้มข้นของ SO_2 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง จากการประเมินโดยแบบจำลอง ISCST 3 โดยอัตราการระบายสูงสุด



รูปที่ 4.12 ลักษณะการกระจายตัวและเส้นระดับความเข้มข้นของ TSP เฉลี่ย 24 ชั่วโมง จากการประเมินโดยแบบจำลอง ISCST 3 โดยอัตราการระบายสูงสุด

4.4.2 กรณีใช้อัตราการระบายมลพิษเฉลี่ยตามค่าการปล่อยจริง

ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้ค่าอัตราการระบายมลพิษเฉลี่ยในรอบ 2 ปี ของค่าอัตราการปล่อยมลพิษจริงในสภาวะที่โรงผลิตปูนซีเมนต์ทำงานปกติ (Normal operation) ที่ได้รวบรวมจากรายงานการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม ที่ผู้ประกอบการได้ส่งให้สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่ปี 2546 ถึงปี 2548 โดยได้นำผลค่าอัตราการระบายมลพิษดังกล่าว ไปใช้ในแบบจำลองเพื่อการคำนวณหาค่าความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุด 1 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยสูงสุด 24 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยรายปีของสารมลพิษทางอากาศหลัก คือ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ฝุ่นละอองรวม (PM) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย สำหรับอัตราส่วนของการเปลี่ยนค่าก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนกับไนโตรเจนไดออกไซด์กำหนดไว้ที่ร้อยละ 75

จากการศึกษา พบว่า อัตราการระบายมลพิษเฉลี่ยในรอบ 2 ปี ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ตามตารางที่ 4.30 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดทั้งหมด 24 ปล่อง มีค่าอัตราการระบายก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เท่ากับ 25.23 g/s ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) 1,381.24 g/s และฝุ่นละออง (PM) 351.80 g/s และโดยในกรณีนี้ได้สมมุติให้แหล่งกำเนิดนี้มีอัตราการปล่อยสารมลพิษคงที่ตลอดเวลา ผลการประเมินคุณภาพอากาศโดยแบบจำลอง ISCST 3 ได้นำมารวมกับค่าความเข้มข้นพื้นฐาน (Background) ที่ตรวจวัดได้จากสถานีวัดซับประดู่ คือ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) เท่ากับ 28.22 $\mu g/m^3$ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เท่ากับ 2.61 $\mu g/m^3$ และฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอนในบรรยากาศ (TSP) เท่ากับ 47.0 $\mu g/m^3$ โดยสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังนี้

4.4.2.1 ผลการประเมินการแพร่กระจายของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)

เมื่อพิจารณาจากผลการประเมินคุณภาพอากาศโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่า ค่าความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ระดับพื้นดิน 1 ชั่วโมง เมื่อรวมกับค่าความเข้มข้นพื้นฐาน (Background) บริเวณตำแหน่งพิกัด UTM X=724000 เมตร Y=1617800.00 เมตร มีค่าสูงสุด 467.15 $\mu g/m^3$ ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปที่กำหนดให้ค่าความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ไม่เกิน 320.0 $\mu g/m^3$ สำหรับค่าความเข้มข้นสูงสุด ณ จุดสังเกต (Discrete Receptor) ที่เวลาเฉลี่ย 1 ชั่วโมง สามารถแสดงได้ตามตารางที่ 4.31 จากตารางแสดงผลการประเมินปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ในบรรยากาศ พบว่า ที่ตำแหน่งสถานีตรวจวัดทั้ง 19 จุด มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ลักษณะการกระจายตัวและเส้นระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ของ NO_2 แสดงในรูปที่ 4.13

จำนวน	บริษัท	หน่วย	พิกัด UTM		Ht.(m)	Dia.(m)	EXIT	EXIT	EMISSION RATE (g/s)		
			X	Y			TEMP.(°K)	VEL. (m/s)	PM	SO_2	NO_x
1	บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด	ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 1	720019.32	1620529.30	30.00	0.68	362.24	14.47	1.56	0.00	0.00
2		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 2	719482.94	1619693.08	30.00	0.60	366.92	10.75	2.58	0.00	0.00
3		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 3	719926.03	1620352.73	30.00	0.96	369.00	6.92	1.43	0.00	0.00
4		ปล่องหม้อเผา 3	720122.18	1620352.69	105.00	3.20	463.00	14.53	15.38	0.46	129.35
5		ปล่องหม้อเผา 4	720318.74	1620346.02	105.00	3.20	352.00	11.17	16.85	0.45	90.48
6		ปล่องหม้อเผา 5	719742.38	1619736.35	97.00	4.00	429.00	14.08	17.30	0.29	52.49
7		ปล่องหม้อเผา 6	720002.24	1619989.55	102.00	4.20	423.00	14.10	19.22	0.83	69.29
8	บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน)	ปล่องหม้อเผา 3	726402.98	1618016.96	102.00	4.00	409.00	15.66	25.96	0.58	88.08
9		ปล่องหม้อเผา 4	726408.61	1617808.94	116.00	4.00	389.00	17.14	35.14	2.12	163.31
10		ปล่องหม้อเผา 5	723361.49	1617870.79	93.00	5.20	400.00	12.74	28.72	3.37	144.13
11		ปล่องหม้อเผา 6	723159.09	1617786.46	93.00	5.20	312.00	15.55	25.06	3.39	159.83
12	บริษัท ทีพีไอโพลีน จำกัด (มหาชน)	ปล่องหม้อเผา 1	728748.76	1620489.32	125.00	5.00	403.00	12.50	35.15	0.80	151.72
13		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 1-2	728525.81	1620342.27	50.00	2.50	363.00	8.70	2.23	0.00	0.00
14		ปล่องหม้อเย็น 1	729294.27	1620494.06	50.00	5.50	513.00	12.70	15.64	0.00	0.00
15		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 1	729493.50	1620470.34	50.00	1.50	373.00	11.00	0.54	0.00	0.00
16		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 2	729673.75	1620465.60	50.00	1.50	373.00	11.00	0.58	0.00	0.00
17		ปล่องหม้อเผา 2	728729.79	1620702.78	125.00	5.00	403.00	12.50	29.58	6.07	130.27
18		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 3 - 4	729028.63	1620674.32	50.00	2.50	363.00	8.70	0.98	0.00	0.00
19		ปล่องหม้อเย็น 2	729180.42	1620849.83	50.00	5.50	513.00	12.70	13.28	0.00	0.00
20		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 3,4,5	729493.50	1620669.57	50.00	1.50	373.00	11.00	0.54	0.00	0.00
21		ปล่องหม้อเผา 3	729450.81	1619706.63	125.00	5.00	403.00	12.50	45.37	6.87	202.29
22		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 5 -6	729118.76	1619958.04	50.00	2.50	363.00	8.70	1.03	0.00	0.00
23		ปล่องหม้อเย็น 3	729109.27	1619706.63	50.00	5.50	513.00	12.70	17.04	0.00	0.00
24		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 6-7	729322.73	1620067.14	50.00	1.50	373.00	11.00	0.64	0.00	0.00
25	Gulf Power Generation Co., Ltd	Kaeng Khoi 2 Power Plant HRSG 1	719101.65	1615684.68	55.00	6.50	383.50	19.89	-	-	-
26		Kaeng Khoi 2 Power Plant HRSG 2	719292.66	1615680.24	55.00	6.50	383.50	19.89	-	-	-
27		Kaeng Khoi 2 Power Plant HRSG 3	719639.14	1615666.91	55.00	6.50	383.50	19.89	-	-	-
28		Kaeng Khoi 2 Power Plant HRSG 4	719834.59	1615680.24	55.00	6.50	383.50	19.89	-	-	-

ตารางที่ 4.30 อัตราการระบายมลพิษเฉลี่ยตามค่าการปล่อยจริงในพื้นที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

ตารางที่ 4.31 สถานีตรวจวัดและค่าความเข้มข้นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ประเมินจากแบบจำลอง

สถานีตรวจวัด	พิกัด UTM (m)		NO_2 ($\mu g/m^3$)
	X	Y	เฉลี่ยสูงสุด 1 ชั่วโมง
บ้านวังกวาง	718957.25	1620301.12	223.38
บ้านท่าเกวียน	719370.38	1624052.38	146.60
บ้านป่า	718064.38	1619481.50	184.28
เทศบาลแก่งคอย	717144.88	1614124.38	201.32
บ้านซับบอน	728385.56	1618775.25	195.25
โรงเรียนอนุบาลทับกวาง	723388.25	1616003.38	249.41
โรงเรียนชุมชนนิคมทับกวางสงเคราะห์	725567.06	1615357.12	234.52
โรงเรียนป่าไผ่	720436.44	1615810.25	221.06
โรงเรียนหนองผักบุ้ง	721202.75	1614450.88	175.06
วัดทับกวาง	722215.56	1615450.25	257.87
สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์	722222.19	1616836.38	239.50
สถานีไฟฟ้าย่อยทับกวาง	721615.88	1615463.75	198.27
บ้านผาเสด็จ	726922.69	1619575.75	208.24
วัดหินลับ	730191.69	1621718.88	137.91
วัดซับประดู่	731506.38	1624033.25	136.56
วัดท่าเสา	728966.88	1624078.25	124.46
หมู่บ้านโสกแถว	729336.12	1622691.50	123.86
หมู่บ้านคุ้งเขา	728606.69	1622817.62	138.79
หมู่บ้านเขาไม้เกวียน	729255.06	1624528.62	119.39
ค่ามาตรฐาน			320.00

4.4.2.2 ผลการประเมินการแพร่กระจายของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)

เมื่อพิจารณาจากผลการประเมินคุณภาพอากาศโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่า ค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ระดับพื้นดิน 1 ชั่วโมง เมื่อรวมกับค่าอากาศพื้นฐาน (Background) บริเวณตำแหน่งพิกัด UTM X=723200.00, Y=1618600.00 มีค่าสูงสุด 16.01 $\mu g/m^3$ ซึ่งมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปที่กำหนดให้ค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เฉลี่ยสูงสุด 1 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 780 $\mu g/m^3$ สำหรับค่าความเข้มข้นสูงสุด ณ จุดสังเกต (Discrete Receptor) ที่เวลาเฉลี่ยสูงสุด 1 ชั่วโมง และเฉลี่ย 24 ชั่วโมง สามารถแสดงได้ตามตารางที่ 4.32

ตารางที่ 4.32 สถานีตรวจวัดและค่าความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ประเมินจากแบบจำลอง

สถานีตรวจวัด	พิกัด UTM (m)		ค่าเฉลี่ยสูงสุด SO_2 ($\mu g/m^3$)	
	X	Y	1 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
บ้านวังกวาง	718957.25	1620301.12	7.49	0.64
บ้านท่าเกวียน	719370.38	1624052.38	4.12	0.42
บ้านป่า	718064.38	1619481.50	3.83	0.42
เทศบาลแก่งคอย	717144.88	1614124.38	5.45	0.53
บ้านซับบอน	728385.56	1618775.25	4.90	0.60
โรงเรียนอนุบาลทับกวาง	723388.25	1616003.38	6.40	0.88
โรงเรียนชุมชนนิคมทับกวางสงเคราะห์	725567.06	1615357.12	5.32	0.58
โรงเรียนป่าไผ่	720436.44	1615810.25	5.79	0.68
โรงเรียนหนองผักปุ้ง	721202.75	1614450.88	5.33	0.73
วัดทับกวาง	722215.56	1615450.25	10.17	1.29
สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์	722222.19	1616836.38	6.65	0.68
สถานีไฟฟ้าย่อยทับกวาง	721615.88	1615463.75	5.81	0.68
บ้านผาเสด็จ	726922.69	1619575.75	4.89	0.66
วัดหินลับ	730191.69	1621718.88	4.09	0.77
วัดซับประดู่	731506.38	1624033.25	3.92	0.67
วัดท่าเสา	728966.88	1624078.25	4.74	0.79
หมู่บ้านโสกแถว	729336.12	1622691.50	5.36	0.70
หมู่บ้านคุ้งเขา	728606.69	1622817.62	3.83	0.69
หมู่บ้านเขาไม้เกวียน	729255.06	1624528.62	4.94	0.83
ค่ามาตรฐาน			780.00	300.00

จากตารางแสดงผลการประเมินปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ในบรรยากาศ พบว่า ที่ตำแหน่งสถานีตรวจวัดทั้ง 19 จุด จะมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 21 (พ.ศ.2544) ซึ่งสามารถแสดงลักษณะการกระจายตัวและเส้นระดับความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุด 1 ชั่วโมง ของ SO_2 ได้ตามรูปที่ 4.14 และลักษณะการกระจายตัวและเส้นระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของ SO_2 ได้ตามรูปที่ 4.15

4.4.2.3 ผลการประเมินการแพร่กระจายของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอนในบรรยากาศ (TSP)

เมื่อพิจารณาจากผลการประเมินคุณภาพอากาศโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่า ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอนในบรรยากาศ (TSP) ระดับพื้นดิน 24 ชั่วโมง เมื่อรวมกับค่าอากาศพื้นฐาน (Background) บริเวณตำแหน่งพิกัด UTM X=727200.00 และ Y=1617800.00 มีค่าสูงสุด 228.58 $\mu g/m^3$ สำหรับค่าความเข้มข้นสูงสุด ณ จุดสังเกต (Discrete Receptor) ที่เวลาเฉลี่ย 24 ชั่วโมง สามารถแสดงได้ตามตารางที่ 4.33

จากตารางแสดงผลการประเมินปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) ในบรรยากาศ พบว่า ที่ตำแหน่งสถานีตรวจวัดทั้ง 19 จุด มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 21 (พ.ศ.2544) ซึ่งสามารถแสดงลักษณะการกระจายตัวและเส้นระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ของ TSP ได้ตามภาพที่ 4.16

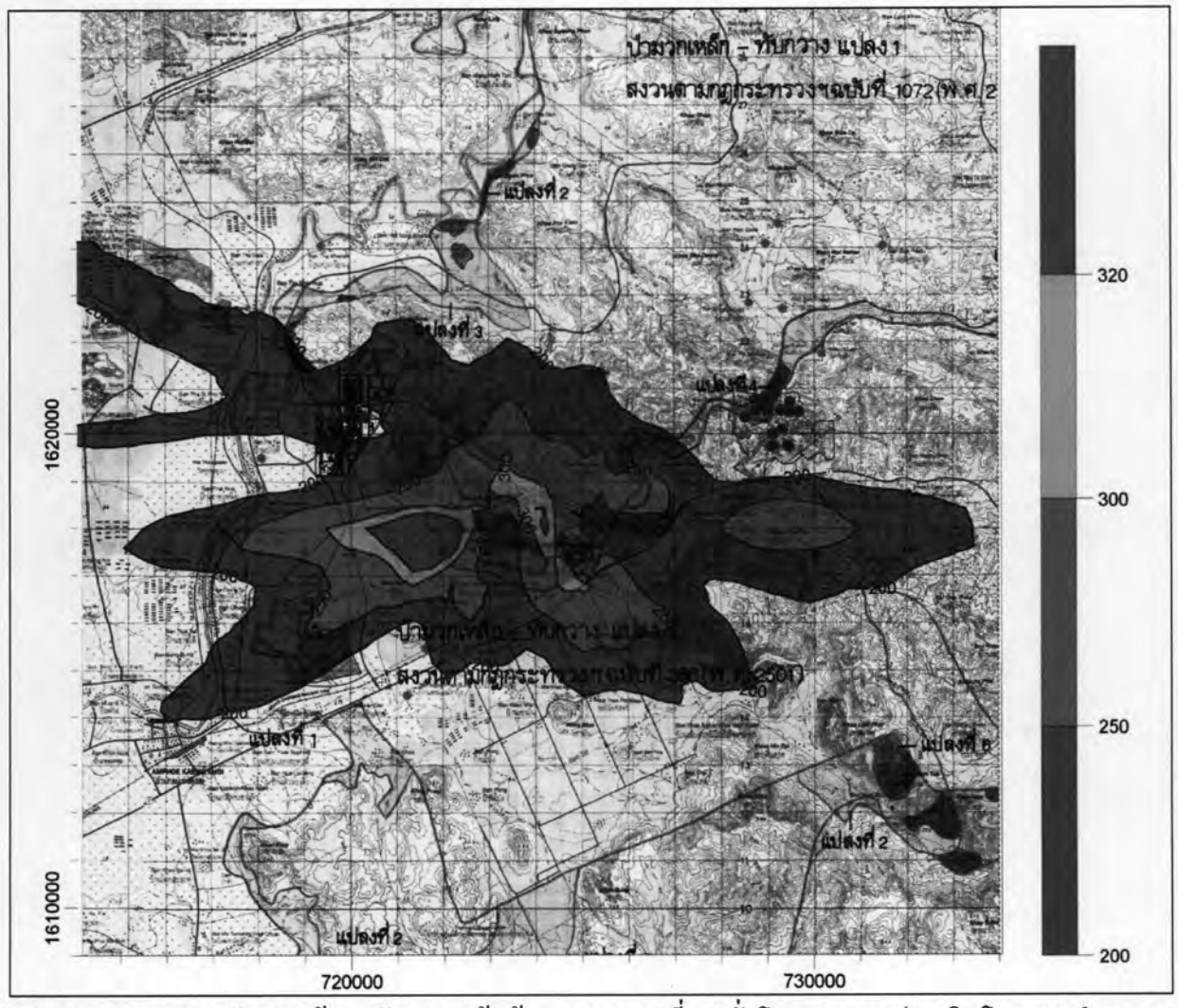
จากการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปผลการประเมินคุณภาพอากาศโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST 3 ได้ตามตารางที่ 4.34

ตารางที่ 4.33 สถานีตรวจวัดและค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองรวมประเมินจากแบบจำลอง

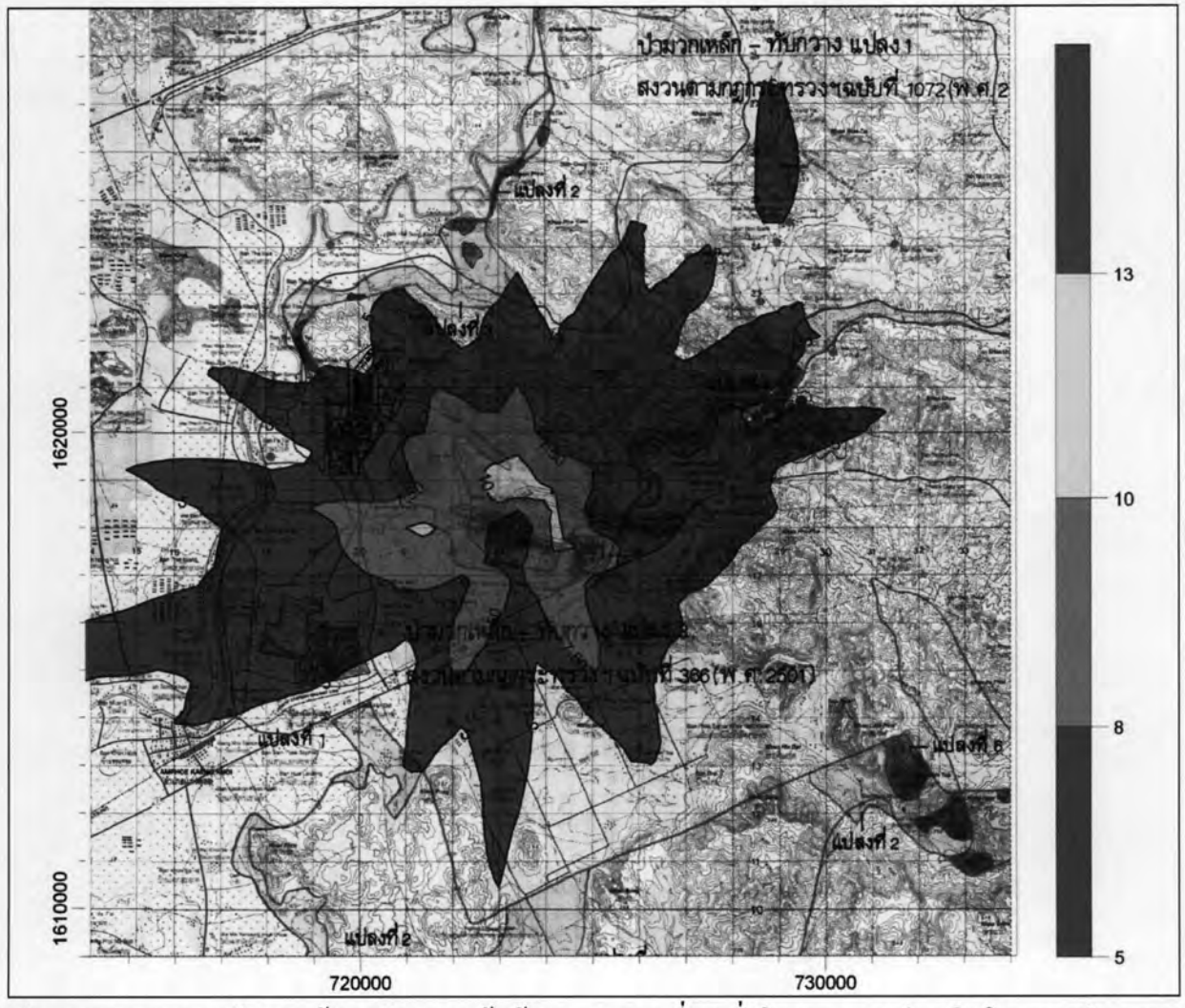
สถานีตรวจวัด	พิกัด UTM (m)		TSP (µg/m3)
	X	Y	เฉลี่ยสูงสุด 24 ชั่วโมง
บ้านวังกวาง	718957.25	1620301.12	82.97
บ้านท่าเกวียน	719370.38	1624052.38	47.01
บ้านป่า	718064.38	1619481.50	68.19
เทศบาลแก่งคอย	717144.88	1614124.38	78.02
บ้านซับบอน	728385.56	1618775.25	74.03
โรงเรียนอนุบาลทับกวาง	723388.25	1616003.38	72.68
โรงเรียนชุมชนนิคมทับกวางสงเคราะห์	725567.06	1615357.12	64.82
โรงเรียนป่าไผ่	720436.44	1615810.25	66.33
โรงเรียนหนองผักบุ้ง	721202.75	1614450.88	57.58
วัดทับกวาง	722215.56	1615450.25	108.29
สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์	722222.19	1616836.38	71.58
สถานีไฟฟ้าย่อยทับกวาง	721615.88	1615463.75	73.49
บ้านผาเสด็จ	726922.69	1619575.75	69.82
วัดหินลับ	730191.69	1621718.88	57.78
วัดซับประดู่	731506.38	1624033.25	47.23
วัดท่าเสา	728966.88	1624078.25	57.60
หมู่บ้านโสกแถว	729336.12	1622691.50	57.58
หมู่บ้านคุ้งเขา	728606.69	1622817.62	60.81
หมู่บ้านเขาไม้เกวียน	729255.06	1624528.62	52.11
ค่ามาตรฐาน			330.00

ตารางที่ 4.34 สรุปผลการประเมินคุณภาพอากาศโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST 3 ในกรณีที่มีการปล่อยมลพิษตามอัตราการระบายจริงในปี 2548-2549

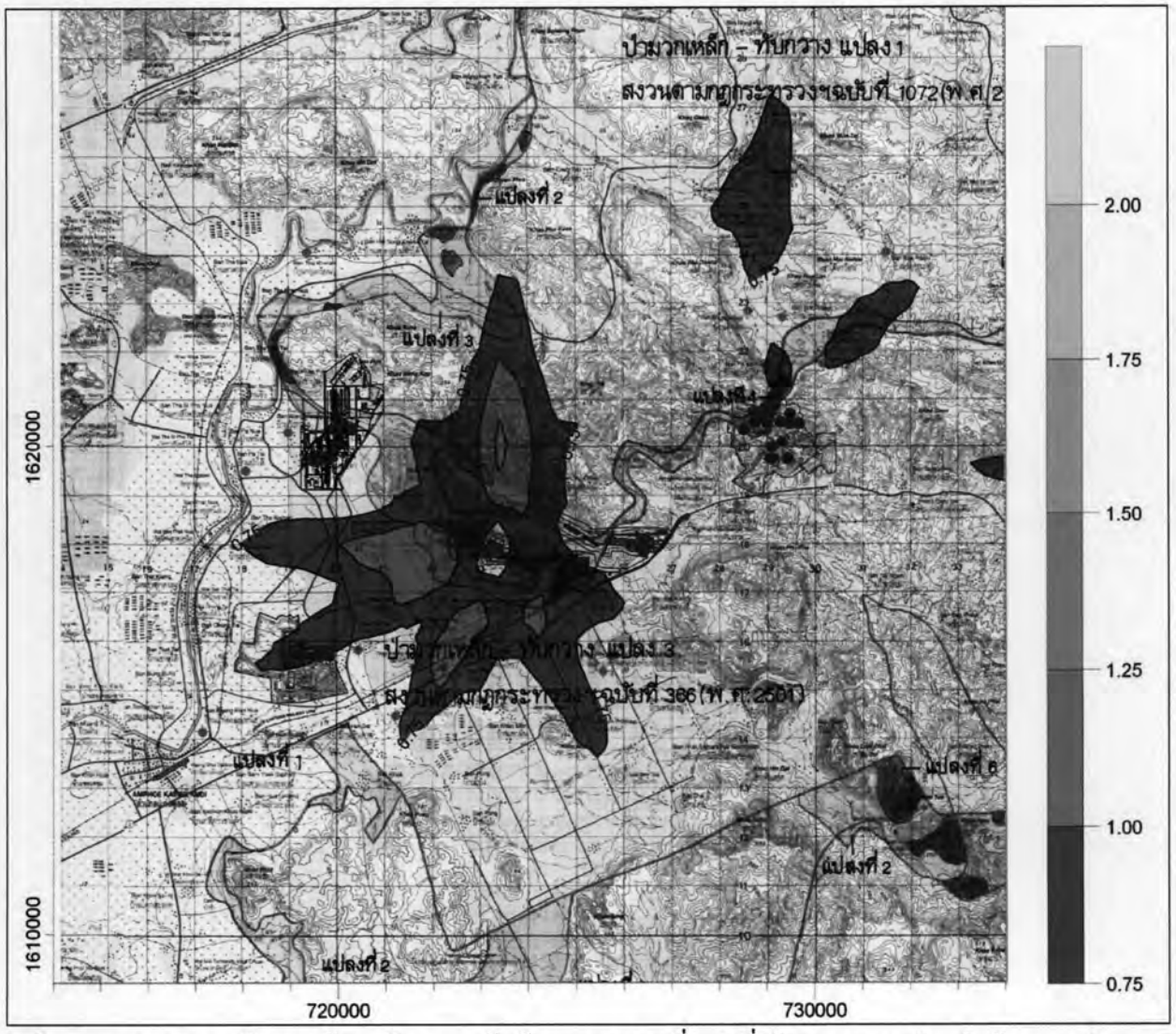
สารมลพิษ	ระยะเวลาเฉลี่ย	ค่าความเข้มข้นสูงสุด ($\mu g/m^3$)	มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ($\mu g/m^3$)
1. TSP	เฉลี่ย 24 ชม.	228.58 (727200, 1617800)	330
	เฉลี่ย 1 ปี	21.36 (720000, 1621000)	100
2. SO_2	เฉลี่ย 1 ชม.	16.01 (723200, 1618600)	780
	เฉลี่ย 24 ชม.	0.15 (722400, 1616200)	300
	เฉลี่ย 1 ปี	0.15 (723600, 1620200)	100
3. NO_2	เฉลี่ย 1 ชม.	238.88 (724000, 16194000)	320



รูปที่ 4.13 ลักษณะการกระจายตัวและเส้นระดับความเข้มข้นของ NO_x เฉลี่ย 1 ชั่วโมง จากการประเมินโดยแบบจำลอง ISCST 3

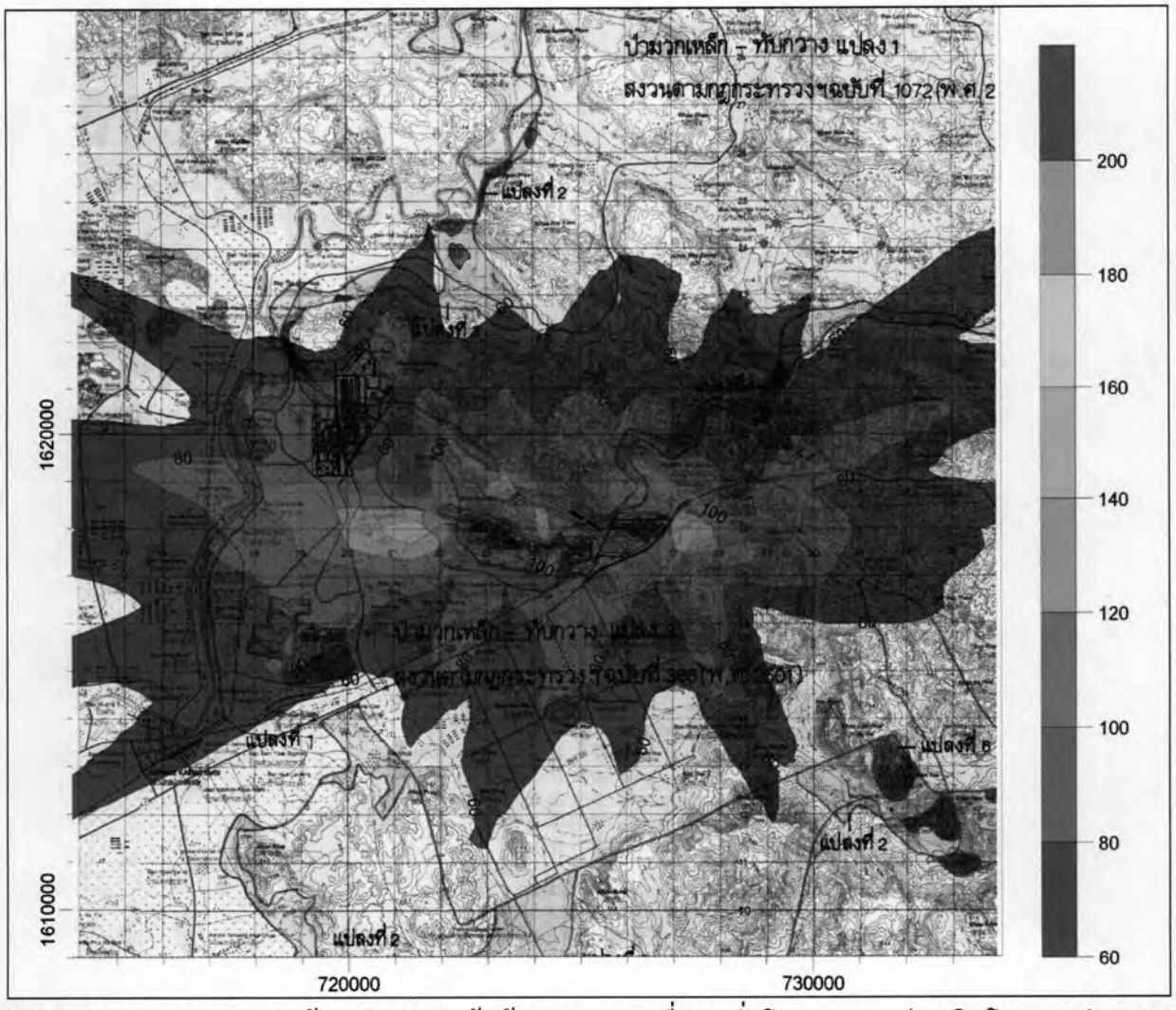


รูปที่ 4.14 ลักษณะการกระจายตัวและเส้นระดับความเข้มข้นของ SO_2 เฉลี่ย 1 ชั่วโมง จากการประเมินโดยแบบจำลอง ISCST 3



รูปที่ 4.15 ลักษณะการกระจายตัวและเส้นระดับความเข้มข้นของ SO_2 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง จากการประเมินโดยแบบจำลอง ISCST 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.16 ลักษณะการกระจายตัวและเส้นระดับความเข้มข้นของ TSP เฉลี่ย 24 ชั่วโมง จากการประเมินโดยแบบจำลอง ISCST 3

4.4.3 กรณีจำลองสภาวะเลวร้าย(Worst-case condition) กรณีอุปกรณ์บำบัดมลพิษหยุดการทำงาน

ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้วิธีการประเมินคุณภาพอากาศด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยคำนวณค่าอัตราการระบายฝุ่นละอองที่จำลองสถานการณ์กรณีอุปกรณ์บำบัดมลพิษหยุดการทำงานแบบต่อเนื่องกัน ตั้งแต่เวลา 5 15 และ 30 นาที ตามลำดับ จากนั้นใช้แบบจำลอง ISCST 3 ประเมินการแพร่กระจายฝุ่นละอองในอากาศเพื่อหาความเข้มข้นสูงสุดโดยรอบพื้นที่อำเภอแก่งคอย เนื่องจากการคำนวณในลักษณะนี้ ได้พิจารณาค่าของผลกระทบที่อัตราการปล่อย (Emission Rate) อยู่ในระดับที่อาจส่งผลกระทบสูงสุดที่จะเกิดขึ้นเฉพาะในกรณีจำลองดังกล่าว ดังนั้น ผลการคำนวณโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแสดงค่าความเข้มข้นของสารมลพิษที่ระดับความเข้มข้นระดับพื้นดินในบริเวณพื้นที่รอบๆ นั้นจะนำเฉพาะค่าสูงสุดที่เกิดขึ้นมาพิจารณา เพื่อกำหนดระยะเวลาสูงสุดของสารมลพิษที่ยอมให้โครงการที่ยอมให้ปล่อยสารมลพิษสู่บรรยากาศได้ โดยค่าความเข้มข้นสูงสุดนี้มีค่าเท่ากับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ หรือค่าความเข้มข้นที่สามารถรองรับสารมลพิษเพิ่มขึ้นได้อีก การคำนวณค่าอัตราการระบายมลพิษกรณีสถานการณ์จำลองที่อุปกรณ์บำบัดมลพิษหยุดการทำงานแบบต่อเนื่องกัน ตั้งแต่ 5 15 และ 30 นาที โดยปกติอุปกรณ์บำบัดมลพิษที่นิยมใช้กันมากเป็นชนิดเครื่องแยกฝุ่นด้วยไฟฟ้าไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Precipitators) มีประสิทธิภาพการทำงานประมาณร้อยละ 99.8 ดังนั้นเมื่ออุปกรณ์ดังกล่าวไม่ทำงานฝุ่นละอองทั้งหมดก็จะถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศ ซึ่งสามารถหาอัตราการระบายฝุ่นละอองได้ตามขั้นตอนต่อไปนี้

อัตราการปล่อยฝุ่นโดยมีการควบคุม = อัตราการปล่อยฝุ่นโดยไม่มีการควบคุม X (100% - 99.4%)

และ อัตราการปล่อยฝุ่นโดยไม่มีการควบคุม = อัตราการปล่อยฝุ่นโดยมีการควบคุม / (100% - 99.4%)

ดังนั้น อัตราการปล่อยฝุ่นโดยไม่มีการควบคุม = อัตราการปล่อยฝุ่นโดยมีการควบคุม X 166.67

ดังนั้น ในกรณีสถานการณ์จำลองอุปกรณ์บำบัดมลพิษหยุดการทำงานแบบต่อเนื่องกัน ตั้งแต่ 5 15 และ 30 นาที จะมีการอัตราการระบายฝุ่นละอองในเวลา 1 วันการทำงานของอุปกรณ์ หรือ 1,440 นาที สามารถมีวิธีการคำนวณ เช่น

อัตราการปล่อยฝุ่นละอองอุปกรณ์บำบัดมลพิษหยุดการทำงาน 30 นาที

= (อัตราการปล่อยฝุ่นโดยมีการควบคุม X (60-30) นาที + อัตราการปล่อยฝุ่นโดยไม่มีการควบคุม 30 นาที)/ 1,440 นาที

= อัตราการปล่อยฝุ่นโดยมีการควบคุม X 0.5 + (อัตราการปล่อยฝุ่นโดยมีการควบคุม X 166.67 X 0.5)

= อัตราการปล่อยฝุ่นโดยมีการควบคุม * 83.8

ดังนั้นในการหาอัตราการปล่อยฝุ่นละอองอุปกรณ์บำบัดมลพิษหยุดการทำงาน 5 และ 15 นาที ก็สามารถคำนวณได้ตามขั้นตอนที่ผ่านมา โดยสามารถสรุปผลการคำนวณค่าอัตราการปล่อยฝุ่นละอองกรณีอุปกรณ์บำบัดมลพิษหยุดการทำงานในเวลา 5 15 และ 30 นาที ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ตามตารางที่ 4.34 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจะมีแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดทั้งหมด 24 ปล่อง มีค่าอัตราการระบายฝุ่นละออง(PM) ในกรณีอุปกรณ์บำบัดมลพิษหยุดการทำงานในเวลา 5 15 และ 30 นาที เท่ากับ 554.17 g/s, 958.90 g/s และ 1,566.00 g/s ตามลำดับ

จากผลการศึกษาสามารถสรุปรายละเอียดผลการประเมินการแพร่กระจายของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอนในบรรยากาศ (TSP) กรณีใช้อัตราการระบายมลพิษในเหตุการณ์จำลองที่ช่วงระยะเวลา 1 วัน (1,440 นาที) หากอุปกรณ์บำบัดมลพิษหยุดการทำงานเป็นเวลา 5 15 และ 30 นาที มีรายละเอียดดังนี้

เมื่อพิจารณาจากผลการประเมินคุณภาพอากาศโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่า กรณีใช้อัตราการระบายมลพิษในเหตุการณ์จำลองที่อุปกรณ์บำบัดมลพิษหยุดการทำงาน 5 นาที ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอนในบรรยากาศ (TSP) ระดับพื้นดิน 24 ชั่วโมง เมื่อรวมกับค่าความเข้มข้นพื้นฐาน (Background Concentration) บริเวณตำแหน่งพิกัด UTM X=727200 และ Y=1617800 มีค่าสูงสุด 289.51 $\mu g/m^3$ ยังมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 21 (พ.ศ. 2544) ซึ่งสามารถแสดงลักษณะการกระจายตัวและเส้นระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ของ TSP ได้ตามภาพที่ 4.17

กรณีใช้อัตราการระบายมลพิษในเหตุการณ์จำลองที่อุปกรณ์บำบัดมลพิษหยุดการทำงาน 15 นาที ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอนในบรรยากาศ (TSP) ระดับพื้นดิน 24 ชั่วโมง เมื่อรวมกับค่าความเข้มข้นพื้นฐาน (Background Concentration) บริเวณตำแหน่งพิกัด UTM X=727200 และ Y=1617800 มีค่าสูงสุด 500.99 $\mu g/m^3$ ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 21 (พ.ศ.2544) โดยสามารถแสดงลักษณะการกระจายตัวและเส้นระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ของ TSP ได้ตามภาพที่ 4.18

จำนวน	บริษัท	หน่วย	พิกัด UTM		Ht.(m)	Dia.(m)	EXIT TEMP.(°K)	EXIT VEL. (m/s)	Controlled rate (g/s)	Uncontrolled rate (g/s)		
			X	Y						5 min	15 min	30 min
1	บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด	ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 1	720019.32	1620529.30	30.00	0.68	362.24	14.47	1.56	2.46	4.25	6.94
2		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 2	719482.94	1619693.08	30.00	0.60	366.92	10.75	2.58	4.06	7.03	11.48
3		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 3	719926.03	1620352.73	30.00	0.96	369.00	6.92	1.43	2.25	3.90	6.37
4		ปล่องหม้อเผา 3	720122.18	1620352.69	105.00	3.20	463.00	14.53	15.38	24.23	41.92	68.46
5		ปล่องหม้อเผา 4	720318.74	1620346.02	105.00	3.20	352.00	11.17	16.85	26.54	45.93	75.01
6		ปล่องหม้อเผา 5	719742.38	1619736.35	97.00	4.00	429.00	14.08	17.30	27.25	47.15	77.01
7		ปล่องหม้อเผา 6	720002.24	1619989.55	102.00	4.20	423.00	14.10	19.22	30.28	52.39	85.56
8	บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน)	ปล่องหม้อเผา 3	726402.98	1618016.96	102.00	4.00	409.00	15.66	25.96	40.89	70.76	115.56
9		ปล่องหม้อเผา 4	726408.61	1617808.94	116.00	4.00	389.00	17.14	35.14	55.35	95.78	156.42
10		ปล่องหม้อเผา 5	723361.49	1617870.79	93.00	5.20	400.00	12.74	28.72	45.24	78.28	127.84
11		ปล่องหม้อเผา 6	723159.09	1617786.46	93.00	5.20	312.00	15.55	25.06	39.48	68.31	111.55
12	บริษัท ทีพีไอโพลีน จำกัด (มหาชน)	ปล่องหม้อเผา 1	728748.76	1620489.32	125.00	5.00	403.00	12.50	35.15	55.37	95.81	156.47
13		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 1-2	728525.81	1620342.27	50.00	2.50	363.00	8.70	2.23	3.51	6.08	9.93
14		ปล่องหม้อเย็น 1	729294.27	1620494.06	50.00	5.50	513.00	12.70	15.64	24.64	42.63	69.62
15		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 1	729493.50	1620470.34	50.00	1.50	373.00	11.00	0.54	0.85	1.47	2.40
16		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 2	729673.75	1620465.60	50.00	1.50	373.00	11.00	0.58	0.91	1.58	2.58
17		ปล่องหม้อเผา 2	728729.79	1620702.78	125.00	5.00	403.00	12.50	29.58	46.60	80.63	131.67
18		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 3 - 4	729028.63	1620674.32	50.00	2.50	363.00	8.70	0.98	1.54	2.67	4.36
19		ปล่องหม้อเย็น 2	729180.42	1620849.83	50.00	5.50	513.00	12.70	13.28	20.92	36.20	59.11
20		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 3,4,5	729493.50	1620669.57	50.00	1.50	373.00	11.00	0.54	0.85	1.47	2.40
21		ปล่องหม้อเผา 3	729450.81	1619706.63	125.00	5.00	403.00	12.50	45.37	71.47	123.66	201.96
22		ปล่องหม้อบดถ่านหิน 5 -6	729118.76	1619958.04	50.00	2.50	363.00	8.70	1.03	1.62	2.81	4.58
23		ปล่องหม้อเย็น 3	729109.27	1619706.63	50.00	5.50	513.00	12.70	17.04	26.84	46.45	75.85
24		ปล่องหม้อบดซีเมนต์ 6-7	729322.73	1620067.14	50.00	1.50	373.00	11.00	0.64	1.01	1.74	2.85
25	Gulf Power Generation Co., Ltd	Kaeng Khoi 2 Power Plant HRSG 1	719101.65	1615684.68	55.00	6.50	383.50	19.89	-	-	-	-
26		Kaeng Khoi 2 Power Plant HRSG 2	719292.66	1615680.24	55.00	6.50	383.50	19.89	-	-	-	-
27		Kaeng Khoi 2 Power Plant HRSG 3	719639.14	1615666.91	55.00	6.50	383.50	19.89	-	-	-	-
28		Kaeng Khoi 2 Power Plant HRSG 4	719834.59	1615680.24	55.00	6.50	383.50	19.89	-	-	-	-

ตารางที่ 4.35 อัตราการระบายมลพิษเฉลี่ยตามค่าการปล่อยจริงในพื้นที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี กรณีอุปกรณ์บำบัดมลพิษหยุดการทำงาน

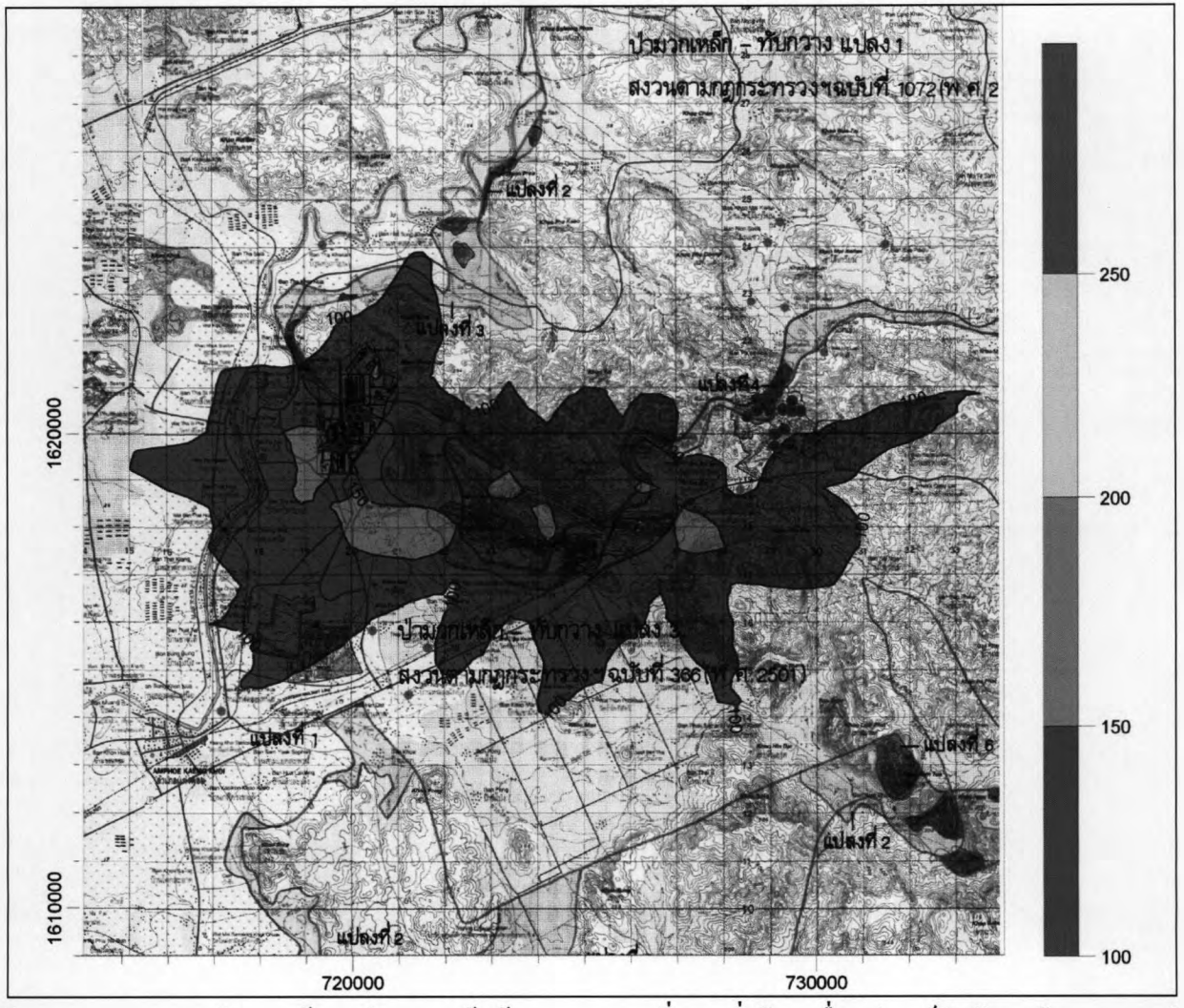
กรณีใช้อัตราการระบายมลพิษในเหตุการณ์จำลองที่อุปกรณ์บำบัดมลพิษหยุดการทำงาน 30 นาที ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอนในบรรยากาศ (TSP) ระดับพื้นดิน 24 ชั่วโมง เมื่อรวมกับค่าความเข้มข้นพื้นฐาน (Background Concentration) บริเวณตำแหน่งพิกัด UTM X=727200 และ Y=1617800 จะมีค่าสูงสุด 818.18 $\mu g/m^3$ ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 21 (พ.ศ.2544) โดยสามารถแสดงลักษณะการกระจายตัวและเส้นระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ของ TSP ได้ตามภาพที่ 4.19

จากการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปผลการประเมินคุณภาพอากาศโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST 3 กรณีใช้อัตราการระบายมลพิษในเหตุการณ์จำลอง ช่วงระยะเวลา 1 วัน (1,440 นาที) หากอุปกรณ์บำบัดมลพิษหยุดการทำงานเป็นเวลา 5 15 และ 30 นาที ได้ตามตารางที่ 4.36

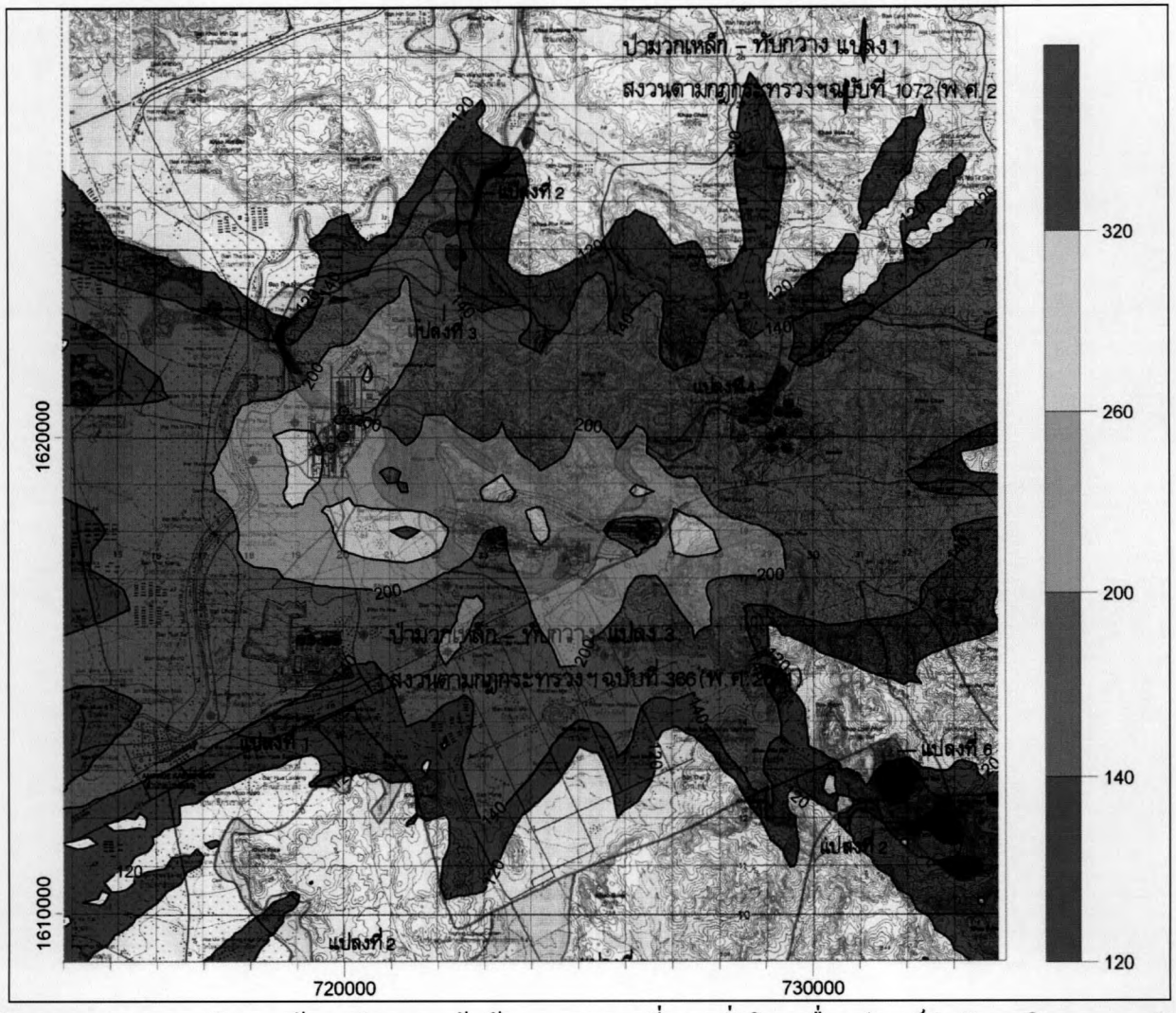
ตารางที่ 4.36 สรุปผลการประเมินคุณภาพอากาศโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST 3 ในกรณีที่อุปกรณ์บำบัดมลพิษหยุดการทำงาน

ระยะเวลา (นาที)	ค่าความเข้มข้นสูงสุดระยะเวลาเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu g/m^3$)	มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ($\mu g/m^3$)
5	289.51 (727200, 1617800)	330
15	500.99 (727200, 1617800)	330
30	818.18 (727200, 1617800)	330

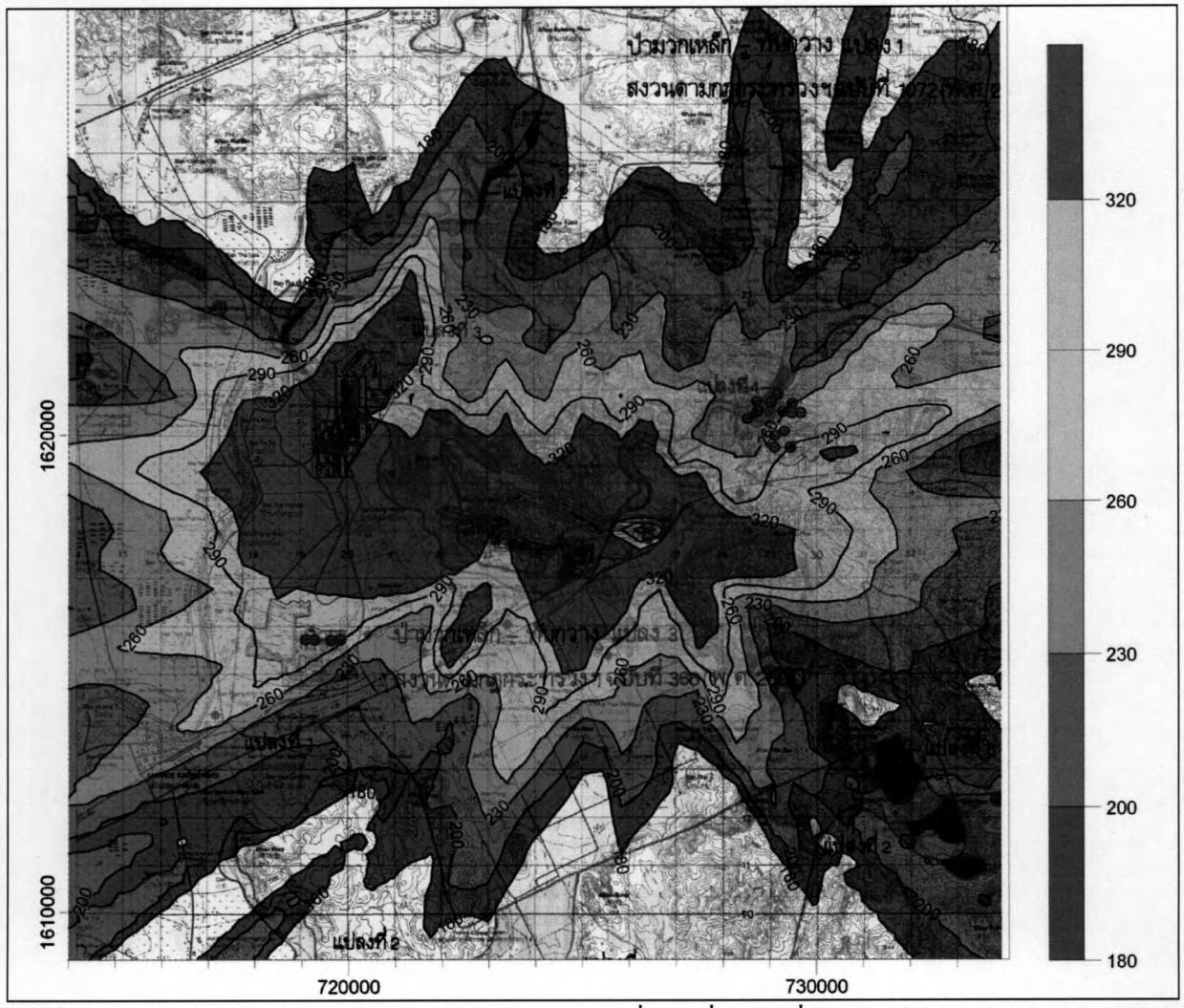
ดังนั้นเมื่อนำผลการศึกษาดังกล่าวไปหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่อุปกรณ์บำบัดมลพิษหยุดการทำงานกับค่าความเข้มข้นสูงสุดระดับพื้นดิน ในระยะเวลาเฉลี่ย 24 ชั่วโมง สามารถแสดงได้ตามรูปที่ 4.20 จากรูปดังกล่าวหากต้องการควบคุมคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปไม่ให้ได้รับผลกระทบจากการหยุดการทำงานของอุปกรณ์บำบัดมลพิษ หรือมีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอนในบรรยากาศ (TSP) ระดับพื้นดิน 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 330 $\mu g/m^3$ ต้องดูแลอุปกรณ์บำบัดมลพิษทางอากาศไม่ให้หยุดการทำงานมากกว่า 6.30 นาที ในช่วงระยะเวลาการทำงาน 1 วัน (1,440 นาที) เพราะมีผลทำให้คุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปมีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอนในบรรยากาศ (TSP) ระดับพื้นดิน 24 ชั่วโมง มีค่าเกิน 330 $\mu g/m^3$



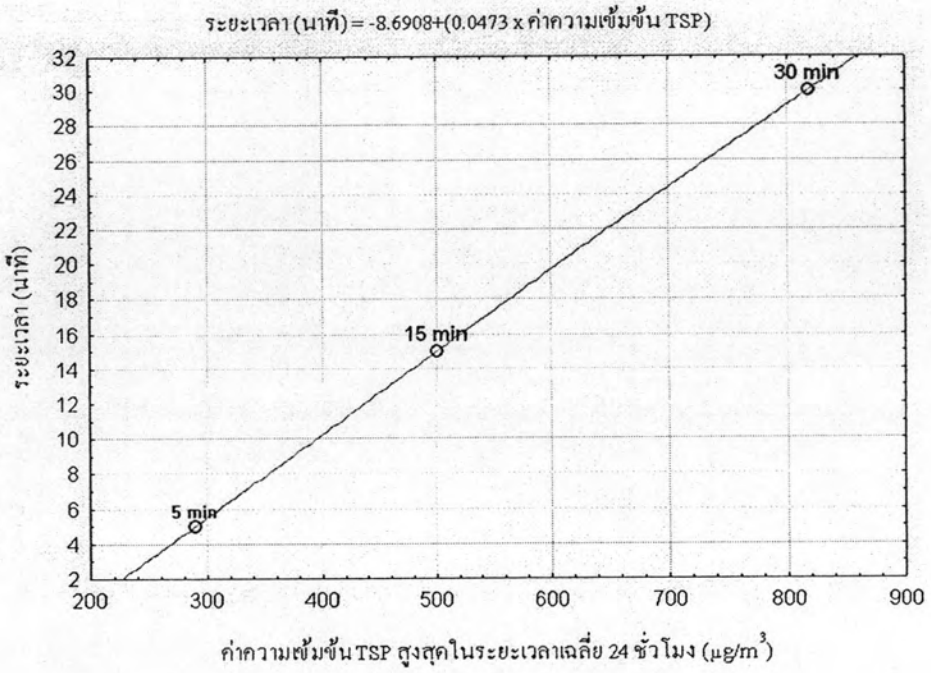
รูปที่ 4.17 ลักษณะการกระจายตัวและเส้นระดับความเข้มข้นของ TSP เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เมื่ออุปกรณ์บำบัดมลพิษหยุดการทำงาน 5 นาที



รูปที่ 4.18 ลักษณะการกระจายตัวและเส้นระดับความเข้มข้นของ TSP เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เมื่ออุปกรณ์บำบัดมลพิษหยุดการทำงาน 15 นาที



รูปที่ 4.19 ลักษณะการกระจายตัวและเส้นระดับความเข้มข้นของ TSP เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เมื่ออุปกรณ์บำบัดมลพิษหยุดการทำงาน 30 นาที



รูปที่ 4.20 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่อุปกรณ์บำบัดมลพิษหยุดการทำงานกับค่าความเข้มข้น TSP ระดับพื้นดิน ในระยะเวลาเฉลี่ย 24 ชั่วโมง

4.5 แผนการจัดการคุณภาพอากาศในพื้นที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

4.5.1 กรณีผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป

4.5.1.1 ควรมีระบบการเฝ้าระวังผลกระทบต่อคุณภาพอากาศ เนื่องจากในการศึกษาพบว่า ในบางพื้นที่อาจมีค่าความเข้มข้นของสารมลพิษค่อนข้างสูง ดังนั้นควรมีการกำหนดมาตรการเฝ้าระวังผลกระทบต่อคุณภาพอากาศที่อาจเกิดขึ้น โดยการติดตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบต่อเนื่องในพื้นที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

4.5.1.2 ควรมีการตรวจสอบการระบายสารมลพิษจากปล่องเพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลการระบายสารมลพิษที่ได้รับอนุมัติไว้สูงสุด (Maximum Emission) เพื่อปรับลดให้ใกล้เคียงกับการระบายสารมลพิษจริง (Actual Emission) เพื่อสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการประเมินศักยภาพการรองรับสารมลพิษในพื้นที่ต่อไป

4.5.1.3 ควรพิจารณาจัดทำ Emission trading หรือ Emission fee ในพื้นที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี เพื่อใช้รวมกับการบริหารจัดการทรัพยากรในพื้นที่ดังกล่าว และสามารถใช้ในการวางแผนการจัดการคุณภาพอากาศได้ต่อไป

4.5.1.4 สำหรับโครงการใหม่ที่จะเข้ามาตั้งในพื้นที่นี้ ควรพิจารณากำหนดความสูงของปล่องของโรงงานให้มีความสูงอย่างน้อยตามที่ค่า GEP (Good Engineering Practice)

4.5.1.5 เพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อคุณภาพอากาศเปลี่ยนแปลงมากขึ้น โรงงานอุตสาหกรรมต้องออกแบบควบคุมการระบายสารมลพิษจากปล่องของโรงงานให้อยู่ในระดับต่ำตามการพัฒนาของเทคโนโลยี

4.5.1.6 กำหนดให้โรงงานที่ขออนุญาตเปิดดำเนินการใหม่ ต้องติดตั้งระบบตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบต่อเนื่อง (CEMS/CERMS) โดยกำหนดเงื่อนไขตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม

4.5.2 กรณีผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป

4.5.2.1 ควรกำหนดมาตรการปรับลดอัตราการระบายสารมลพิษจากปล่องเป็นระยะๆ จากการพัฒนาของเทคโนโลยีที่เหมาะสม เช่น การกำหนดให้ติดตั้ง Lox NO_x burner ของปล่องมลพิษที่มีระบบการเผาไหม้

4.5.2.2 ควรควบคุมการระบายสารมลพิษจากปล่องของโรงงานในพื้นที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี โดยพิจารณาควบคุมทั้งค่าความเข้มข้นของสารมลพิษที่ปล่อยออก และอัตราการระบาย รวมทั้งพิจารณาการกระจายตัวของมลพิษจากปล่องสู่บรรยากาศด้วย