

บทที่ 2

ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

การเผาในที่โล่ง (Open Burning)

การเผาในที่โล่ง คือ ไฟไหม้ การเผาไหม้ หรือไฟคุกรุ่นใด ๆ หรือการเผาวัสดุใด ๆ ที่เกิดขึ้นในที่เปิดโล่ง โดยที่ฝุ่น คาร์บอน ก๊าซ และสารพิษอื่นจากการเผาไหม้ สามารถแพร่กระจายไปได้ในบรรยากาศ การเผาในที่โล่งเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศหลักแหล่งหนึ่งที่ทำให้เกิดสารมลพิษทางอากาศได้แก่ ก๊าซต่าง ๆ ที่เกิดจากการเผาไหม้ อาทิ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ สารอินทรีย์ระเหย รวมทั้งฝุ่นละออง คาร์บอน เถ้า เเขม่า ซึ่งล้วนแต่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ เป็นสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ (กรมควบคุมมลพิษ, 2548) โดยสาเหตุการเผาในที่โล่งในประเทศไทยเกิดจาก 3 กิจกรรมหลัก ดังนี้

1. การเผาเศษพืชในการเกษตร จากผลการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 เป็นต้นมา พบว่า มีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศในปริมาณสูงในช่วงฤดูแล้ง ในพื้นที่จังหวัดที่มีการทำการเกษตรมาก เช่น ปทุมธานี อุดรธานี อ่างทอง ราชบุรี สระบุรี กาญจนบุรี นครสวรรค์ เชียงใหม่ และขอนแก่น โดยเกิดในช่วงเวลาที่เกษตรกรจะทำการเผาเศษพืช เพื่อเตรียมดินสำหรับการเพาะปลูกในฤดูที่กำลังจะมาถึง ประกอบกับอากาศในช่วงฤดูแล้งมักมีสภาพที่แห้งและนิ่ง ฝุ่นละอองสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นานไม่ตกสู่พื้นดิน จึงทำให้มีปริมาณฝุ่นในบรรยากาศสูง การเผาเศษวัสดุในพื้นที่การเกษตรทั่วประเทศจึงก่อให้เกิดสารมลพิษเป็นจำนวนมาก (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

2. การเผาขยะในชุมชน ประเทศไทยมีปริมาณขยะรวมทั้งประเทศประมาณ 14-15 ล้านตันต่อปี และมีอัตราเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 1.8 ต่อปี การกำจัดขยะที่ถูกหลักสุขาภิบาลยังไม่เพียงพอ ส่วนใหญ่ยังเป็นการกองและเผาในที่โล่ง จึงเป็นแหล่งกำเนิดของคาร์บอนและสารมลพิษต่าง ๆ นอกจากนี้ ยังมีการเผาขยะในครัวเรือน และในสถานประกอบการบางแห่ง แหล่งกำเนิดฝุ่นจึงกระจายอยู่ทั่วไป กรมควบคุมมลพิษรายงานว่า ปริมาณขยะที่ไม่ได้รับการกำจัดอย่างถูกวิธี และถูกเผาเป็นครั้งคราวมีประมาณ 10 ล้านตันต่อปี และพบว่าการเผาขยะ 1 กิโลกรัม จะทำให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM-10) ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ 19 กรัม หรือแต่ละครัวเรือน

จะผลิตฝุ่นจากการเผาขยะประมาณ 45.7 กรัมต่อวัน ถ้าขยะมีพลาสติกปนอยู่ด้วย การเผาในที่โล่งจะก่อให้เกิดสารอินทรีย์ระเหยประมาณ 14 กรัมต่อขยะ 1 กิโลกรัม โดยมีพิษที่สำคัญได้แก่ เบนซีน (Benzene) และ ไดออกซิน (Dioxin) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

3. ไฟป่า ในประเทศไทยส่วนใหญ่มีสาเหตุจากคนซึ่งเป็นผู้จุดไฟด้วยวัตถุประสงค์บางประการ เช่น บุกรุกเผาป่าเพื่อเตรียมดินสำหรับเพาะปลูก เผาเพื่อหาของป่า ล่าสัตว์ และ เลี้ยงสัตว์ หรือการจุดไฟในโอกาสต่าง ๆ ด้วยความประมาทเป็นต้น ประเทศไทยมีไฟป่าเกิดขึ้นจำนวนไม่น้อย พื้นที่ป่าที่เสียหายยังไม่สามารถประเมินภาวะมลพิษจากควันไฟที่เกิดจากไฟป่า ได้ว่า เกิดสารมลพิษประเภทใดบ้างและมากน้อยเท่าใด อย่างไรก็ตามแต่ละครั้งที่เกิดไฟป่าจะสังเกตเห็นได้ว่า มักเกิดหมอกควันรุนแรงเสมอ โดยเฉพาะไฟป่าในระดับภูมิภาค (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

Hotspot

กรมควบคุมมลพิษ (2548) กล่าวว่า Hotspot เป็นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์การเผาในที่โล่ง เป็นข้อมูลจุด Hotspot รายวันโดย Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) ซึ่งเป็นเครื่องตรวจวัดที่ติดตั้งบนดาวเทียม Aqua และ Terra ขององค์การ NASA ของสหรัฐอเมริกา ข้อมูลจุด Hotspot ที่ได้รับการระบุพิกัดภูมิศาสตร์ (Georeference) จากศูนย์ Fire Information for Resource Management System (FIRMS) – University of Maryland สหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นศูนย์วิเคราะห์ข้อมูลรับผิดชอบการเก็บรวบรวมข้อมูลจุด Hotspot จาก MODIS – Aqua และ Terra

ในการตรวจหา Hotspot มีการเผยแพร่ข้อมูล Hotspot ดังกล่าวในรูปแบบของจุดแดง แสดงตำแหน่งและพิกัดที่ตรวจพบลงบนภาพถ่ายดาวเทียม (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2554)

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช เพิ่งได้เริ่มนำข้อมูล Hotspot มาใช้ในงานควบคุมไฟป่าอย่างจริงจังในปี 2549 โดยความร่วมมือของภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัย Maryland ซึ่งส่งข้อมูล Hotspot รายวันที่ได้จาก MODIS บนดาวเทียม Terra และ Aqua ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่า AVHRR บนดาวเทียม ของ NOAA โดยที่ดาวเทียม Terra จะโคจรผ่านประเทศไทยในช่วงเช้า และดาวเทียม Aqua จะโคจรผ่านประเทศไทยในช่วงบ่าย และสามารถรับข้อมูล Hotspot แจ้งเตือนผ่านทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ในรอบ 48 ชั่วโมง ที่ผ่านมา โดยเมื่อ

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช รับข้อมูล Hotspot มาแล้ว ก็จะประมวลผลข้อมูล โดยใช้ข้อมูลล่าสุดที่ดาวเทียมผ่านประเทศไทย มาวิเคราะห์ว่า Hotspot ดังกล่าวอยู่ในพื้นที่ประเภทไหน และมีจำนวนจุดเท่าใด โดยระบุตำแหน่ง และสามารถจำแนกตามตำบล อำเภอ จังหวัด โดยทราบวันที่แน่นอนของข้อมูลดังกล่าว และเป็นข้อมูลของการผ่านของดาวเทียมเพียงรอบเดียว ไม่ใช่ข้อมูลสะสม จากนั้นกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช จะทำการส่งข้อมูลให้สำนักบริหารพื้นที่ป่าอนุรักษ์ และสำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์สาขาทุกแห่ง ใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนงานประเมินสถานการณ์ในภาพรวม ใช้ประกอบกับข้อมูลการตรวจหาไฟภาคพื้นดิน ใช้ตรวจสอบกับข้อมูลการดับไฟในพื้นที่จริง และแยกแยะจุดที่เป็น False Alarm เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงระบบการตรวจวัด Hotspot ให้มีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ยังได้เผยแพร่ข้อมูล Hotspot รายวันผ่านทางเว็บไซต์ www.dnp.go.th/forestfire เพื่อให้ข้อมูลที่ต้อง แก่หน่วยราชการอื่น ๆ และประชาชนโดยทั่วไป

ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM-10)

US.EPA. ให้คำจำกัดความว่า PM-10 หมายถึง ฝุ่นที่มีอนุภาคเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 10 ไมครอน (US.EPA., 2553)

ในประเทศไทยได้ให้คำจำกัดความของ PM-10 ว่าหมายถึง ฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ไมครอนลงมา (กรมควบคุมมลพิษ, 2553)

เนื่องจาก PM-10 มีอนุภาคขนาดเล็กจึงสามารถผ่านเข้าไปทางคอหรือจมูกไปถึงหลอดลมและปอด โดยเมื่อสูดอนุภาคเหล่านั้นเข้าไปจะมีผลต่อหัวใจและปอดและส่งผลกระทบต่อสุขภาพ (กลุ่มพัฒนาการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2552)

ผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดเล็กมีดังนี้

1. ผลต่อสุขภาพ กลุ่มที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคมามากได้แก่ เด็กและผู้สูงอายุ ผู้ป่วยที่มีโรคหัวใจ หรือโรคปอด โรคหอบหืด ภูมิแพ้ แม้แต่คนปกติ ถ้าได้รับ ฝุ่นละอองขนาดเล็กในปริมาณที่สูงกว่าปกติ ก็สามารถมีอาการได้ แต่เป็นแบบชั่วคราวชั่วคราว

2. ผลต่อสิ่งแวดล้อม โดยฝุ่นละอองขนาดเล็กสามารถที่จะลอยไปในอากาศได้ไกลเมื่อตกลงไปในพื้นดินหรือแหล่งน้ำ จะทำให้สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลง และทำลายทัศนียภาพ โดยเฉพาะอากาศที่มีความเป็นกรดจะทำให้กัดกร่อนสิ่งก่อสร้าง โบราณสถานหรืออนุสาวรีย์

อัตราการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการเผาในที่โล่ง

กรมควบคุมมลพิษ (2548) กล่าวว่า ปริมาณมลพิษที่ปล่อยจากการเผาในที่โล่งในพื้นที่เกษตรของประเทศไทยโดยใช้สมการดังนี้

$$E_i = A \times D \times F \times EF_i \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

เมื่อ E_i = ปริมาณการปล่อยมลพิษทางอากาศจากการเผาในที่โล่งประเภท i (กิโลกรัม หรือ ตัน)

A = ปริมาณพื้นที่ที่ถูกเผา (ตารางเมตรหรือไร่)

D = ปริมาณชีวมวลที่มีอยู่บนพื้นที่ในรูปของน้ำหนักแห้ง (กิโลกรัมต่อตารางเมตร หรือ กิโลกรัมต่อไร่)

F = สัดส่วนชีวมวลเชื้อเพลิงที่ถูกเผาต่อปริมาณชีวมวลทั้งหมดที่มีอยู่บนพื้นที่ที่ถูกเผา

EF_i = สัมประสิทธิ์การระบายมลพิษ (Emission factor) ของมลพิษทางมลพิษทางอากาศ ประเภท i (กรัมมลพิษ i ต่อกิโลกรัมชีวมวล)

ค่าสัมประสิทธิ์การระบายมลพิษ (Emission factor) คือ ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของปริมาณการปลดปล่อยมลพิษ ต่อกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือจากแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดมลพิษนั้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2552)

ตารางที่ 2.1 แสดงถึงค่าปริมาณชีวมวลที่มีอยู่ในรูปของน้ำหนักแห้ง (D) ในหน่วยกิโลกรัมต่อตารางเมตร สัดส่วนของชีวมวลเชื้อเพลิงที่ถูกเผาต่อปริมาณชีวมวลทั้งหมดที่มีอยู่บนพื้นที่ที่ถูกเผา (F) และสัมประสิทธิ์การระบายฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการเผาเศษวัสดุการเกษตร (Emission factor) ในหน่วยกิโลกรัมต่อเมกะกรัม ซึ่งจำแนกเป็นแต่ละประเภทของ ชีวมวลสามารถนำไปแทนค่าในสมการที่ 2.1 เพื่อหาอัตราการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการเผาในที่โล่ง

ตารางที่ 2.1

ค่า D, F และ EF_i ที่ใช้สำหรับสมการการหาอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก

จากการเผาในที่โล่ง

ประเภทของ ชีวมวล	ปริมาณชีวมวลที่มีอยู่บน พื้นที่ในรูปของน้ำหนัก แห้ง (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	สัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ถูก เผาต่อปริมาณชีวมวล ทั้งหมดที่มีอยู่บนพื้นที่ที่ถูก เผา	สัมประสิทธิ์การระบาย ฝุ่นละอองขนาดเล็กจาก การเผาเศษวัสดุ การเกษตร (กิโลกรัมต่อเมกะกรัม)
ข้าวโพด	6.65*	0.2*	7***
ข้าว	1.2 *	0.89*	4***
อ้อย	2.47*	0.39*	2.9 ***
พืชไร่ผสม	3.44*	0.49*	11***
ไม้ยืนต้นผสม	1.75**	0.25**	3***
มันสำปะหลัง	1**	0.8**	23***
พื้นที่เกษตรกรรม	3.44*	0.49*	11***
พื้นที่ป่าไม้	3.9**	0.25**	8 ***

ที่มา: * กรมควบคุมมลพิษ (2548).

** Amnaulawjarun, Kreasuwun, Towta and Siritwitayakorn (2010).

*** United States Environmental Protection Agency (1992).

แบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่อง (Simple Box Model)

ศิวพันธุ์ ชูอินทร์ (2544) กล่าวว่า แบบจำลองแบบกล่อง (Simple Box Model) เป็นแบบจำลองที่ไม่ได้อาศัยพื้นฐานของแบบจำลองเกาส์เซียน เหมาะสำหรับการศึกษาในกรณีแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศเป็นแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ หรือแบบเคลื่อนที่ และผู้รับสารมลพิษทางอากาศอยู่ในบริเวณเดียวกัน การใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่องจะง่ายกว่าการใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศที่อาศัยพื้นฐานของแบบจำลองเกาส์เซียน เพราะใช้ข้อมูลน้อยกว่า และไม่มีความซับซ้อน พื้นฐานของแบบจำลองแบบกล่องจะสมมติให้ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา (ความเร็วลม) มีค่าคงที่ และเท่ากันตลอด การกระจายของสารมลพิษทางอากาศเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์และมีค่าเท่ากันตลอดในโครงสร้างแบบกล่อง หรือขอบเขตกล่องที่มีการศึกษา

ดังภาพที่ 2.1 โดยแบบจำลองแบบกล่องเป็นแบบจำลองคุณภาพอากาศอย่างง่ายโดยมีหลักการดังนี้

อัตราการสะสมของมลสาร = อัตราการป้อนเข้าระบบของมลสาร - อัตราการไหลออกนอกระบบของมลสาร + อัตราการเกิดของมลสารในระบบ - อัตราการถูกทำลายของมลสารในระบบ

โดยมีสมการสำหรับคำนวณความเข้มข้นสารมลพิษใน Box ดังนี้

$$C = b + \frac{q}{u \times H \times W} \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

เมื่อ C = ความเข้มข้นของสารมลพิษ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

b = ความเข้มข้นจากที่มีอยู่เดิม (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

q = อัตราการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดจากการเผาในที่โล่ง (กรัมต่อวินาที)

u = ความเร็วลมเฉลี่ยรายวัน (เมตรต่อวินาที)

H = ความสูงของชั้นบรรยากาศ (เมตร)

W = ความกว้างของเมือง (เมตร)

พื้นที่ที่ถูกเผา (A) ได้จากจุด Hotspot ที่ปรากฏในภาพถ่ายทางอากาศ โดยจุด Hotspot 1 จุด ให้เท่ากับ 1 ตารางกิโลเมตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

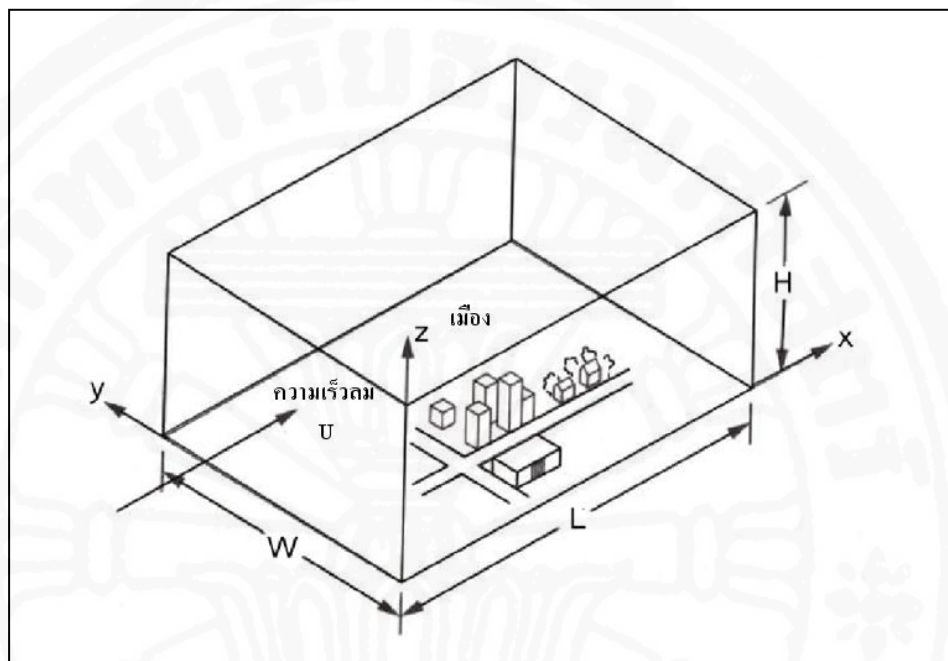
แบบจำลองแบบกล่องแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

1. กรณีคำนึงถึงทิศทางลมเป็นการคิดหาความเข้มข้นของแหล่งกำเนิดที่อยู่เหนือลมของผู้รับผลกระทบเท่านั้น
2. กรณีไม่คำนึงถึงทิศทางลมจะคิดความเข้มข้นของแหล่งกำเนิดทุกจุด

ชำนาญการหอสมุด

ภาพที่ 2.1

แบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่อง (Simple Box Model)



ที่มา : วราวุธ เสือดี, 2552

ข้อมูลป้อนเข้า (Input) ของแบบจำลองแบบกล่องประกอบด้วย

1. อัตราการปล่อยของสารมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิด ซึ่งอาจจะได้จากการตรวจวัดจริง หรือการคำนวณ
2. ความเร็วลม ถูกสมมติว่ามีค่าเท่ากันในทุกส่วนของกล่อง เป็นพารามิเตอร์ที่อธิบายถึงการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ
3. โครงสร้างของกล่อง ได้แก่ ความสูง ความกว้าง และความยาว จะบอกให้ทราบถึงขอบเขตพื้นที่ที่ทำการศึกษา หรือขอบเขตการกระจายของสารมลพิษ (ศิริพันธุ์ ชูอินทร์, 2544)

แบบจำลองคุณภาพอากาศ ISCST3

สรณ์ สุวรรณโชติ (2548) อ้างจาก วราวุธ เสือดี (2544) กล่าวว่า Industrial Source Complex (ISC) เป็นแบบจำลองคุณภาพอากาศที่ถือได้ว่าเป็นแบบจำลองมาตรฐานที่ใช้ในการประเมินผลกระทบด้านมลพิษทางอากาศ ซึ่งสามารถใช้ได้กับแหล่งกำเนิดหลาย ๆ แห่ง และหลาย ๆ

แบบพร้อมกัน ใช้กับข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจริง โดยจะต้องมีข้อมูลทิศทางลม ความเร็วลม ความคงตัวของบรรยากาศ และอุณหภูมิ รายชั่วโมง ในช่วงเวลา 1 ปี ISC จะมีการใช้งานอยู่ 2 รูปแบบ คือ Short Term (ISCST) และ Long Term (ISCLT) แบบจำลองฯ ทั้งสองใช้หลักการเช่นเดียวกัน แต่ใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาแตกต่างกัน สำหรับ ISCLT จะใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ย 1 ปี ในรูปของตารางจำแนกความคงตัวของอากาศ แต่สำหรับ ISCST จะใช้ข้อมูลรายชั่วโมง โดยข้อมูลอุตุนิยมวิทยา คือ ความเร็วลมและทิศทางลม อุณหภูมิ และสภาพความคงตัวของบรรยากาศ ถึงแม้โดยทั่วไปแบบจำลองคุณภาพอากาศแบบนี้จะใช้กับสารที่ไม่เปลี่ยนรูปขณะฟุ้งกระจายไป

แบบจำลองคุณภาพอากาศ ISCST3 เป็นแบบจำลองคุณภาพอากาศที่ได้รับการรับรองจากสถาบันป้องกันสภาวะแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา ว่าสามารถทำนายความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดหลายชนิด โดยคำนวณความเข้มข้นจากสมการ Gaussian Plume Model เป็นสมการพื้นฐานในสภาวะ Steady state (ปฏิญญา สุขบัญญัติ, 2548 อ้างจาก US.EPA., 1987) ดังสมการ

$$X = \frac{Q \times K \times V \times D}{2\pi \times u_s \times \sigma_y \times \sigma_z} \exp\left[-0.5\left(\frac{y^2}{\sigma_y^2}\right)\right] \dots \dots \dots (2.2)$$

เมื่อ X = ความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

Q = อัตราการระบายสารมลพิษ (กรัมต่อวินาที)

K = ค่าคงที่สำหรับการเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้น

V = ค่าสัมประสิทธิ์เนื่องจากการแพร่กระจายในแนวตั้ง (Vertical term) ซึ่ง

เนื่องมาจากความสูงของแหล่งกำเนิด ความสูงผู้รับ การยกตัวของพุ่ม (Plume Rise) ความสูงชั้นผสม

D = สัมประสิทธิ์การถูกทำลายโดยสิ่งแวดล้อม (Decay term)

u_s = ความเร็วลมที่ระดับความสูงปลายปล่อย (เมตร/วินาที)

σ_y = สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายความเข้มข้นในแกน y

σ_z = สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายความเข้มข้นในแกน z

แบบจำลองคุณภาพอากาศ ISCST3 สามารถคำนวณการตกในสภาพเปียก (Wet deposition) และการตกในสภาพแห้ง (Dry deposition) ของอนุภาค การกวาดล้างต่ำของพุ่ม (Downwash) กรณีแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ แหล่งกำเนิดแบบเส้น หรือแหล่งกำเนิดแบบปริมาตรได้

ดวงพร ทองประเสริฐ (2548) กล่าวว่า คุณสมบัติเฉพาะและความสามารถของแบบจำลอง ISCST3 ในการใช้งาน คือ

1. สามารถใช้ในพื้นที่ที่มีแหล่งกำเนิดหลาย ๆ แห่ง และหลาย ๆ แบบได้พร้อมกัน เช่น นิคมอุตสาหกรรม

2. สามารถใช้กับพื้นที่ในลักษณะชนบทหรือในชุมชนเขตเมือง

3. สามารถใช้กับพื้นที่เป็นที่ราบหรือมีความสูงต่ำเล็กน้อย

4. รัศมีของการศึกษาไม่ควรเกิน 50 กิโลเมตร

5. สามารถประเมินค่าความเข้มข้นตั้งแต่ 1 ชั่วโมง จนถึงค่าความเข้มข้นเฉลี่ยรายปี

ปฏิญญา สุขบัญญัติ (2548) กล่าวว่า ข้อมูลพื้นฐานที่ต้องป้อนเข้าสู่แบบจำลองคุณภาพอากาศ ISCST3 มีข้อมูล 3 ชุดดังนี้

1. ข้อมูลแหล่งกำเนิด (Source) จากการเผาในที่โล่งเป็นข้อมูลแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ (Area source) ซึ่งจะประกอบไปด้วย ตำแหน่งของแหล่งกำเนิด อัตราการปล่อยสารมลพิษ ความสูงของแหล่งกำเนิดที่ปล่อยสารมลพิษ และขนาดของพื้นที่

2. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (Meteorology) ที่ใช้ในการประเมินการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศสำหรับแบบจำลองคุณภาพอากาศ ISCST ประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วน คือ

2.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาผิวพื้น (Surface data) ข้อมูลที่ใช้เป็นค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง ประกอบไปด้วยข้อมูล ทิศทางลม ความเร็วลม อุณหภูมิ ความสูงฐานเมฆ ปริมาณเมฆ ในรูปแบบ CD-144 ทำการประมวลผลของโปรแกรม PCRAMMET ดังตารางที่ 2.2

2.2 ข้อมูลอากาศชั้นบน (Upper air data) ข้อมูลที่ใช้คือข้อมูลความสูงชั้นผสม (Mixing height) แบ่งเป็นความสูงชั้นผสมตอนเช้า และความสูงชั้นผสมตอนบ่ายซึ่งสามารถหาได้โดยวิธีของ Holzworths (ปฏิญญา สุขบัญญัติ, 2548 อ้างจาก วราวุธ เสือดี, 2544) ซึ่งได้เสนอวิธีการประมาณค่าความสูงชั้นผสม (Mixing height) ในตอนเช้า (Morning mixing height) และตอนบ่าย (Afternoon mixing height) ซึ่งสามารถหาได้โดย

2.2.1 รวบรวมข้อมูลอุณหภูมิตามระดับความสูงที่ได้จากการตรวจวัดของ Rawinsonde ในเขตพื้นที่ศึกษา

2.2.2 ลากเส้นข้อมูลอุณหภูมิตามระดับความสูงในแต่ละวันลงบนแผ่น Pseudo adiabatic chart ถ้ามีข้อมูลสองชุดให้ทำทั้งสองชุดจะได้เส้น Lapse rate แสดงดังภาพที่ 2.2

2.2.3 หาอุณหภูมิสูงสุดในแต่ละวัน (จากเพิ่มข้อมูลรายชั่วโมง) กำหนดจุดลงบนกราฟของวันที่สอดคล้องกัน ณ ตำแหน่งความสูงที่ผิวพื้น ลากเส้นความชันเท่ากับ -0.01 องศาเซลเซียสต่อเมตร จนกระทั่งขึ้นไปตัดเส้นการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในบรรยากาศตาม

ความสูง จากนั้นวัดความสูงตั้งแต่ผิวพื้นไปจนถึงจุดตัดระยะดังกล่าวคือ ความสูงชั้นผสมในตอน
ปายวันนั้น

ตารางที่ 2.2

ข้อมูลอากาศผิวพื้นรูปแบบ CD-144

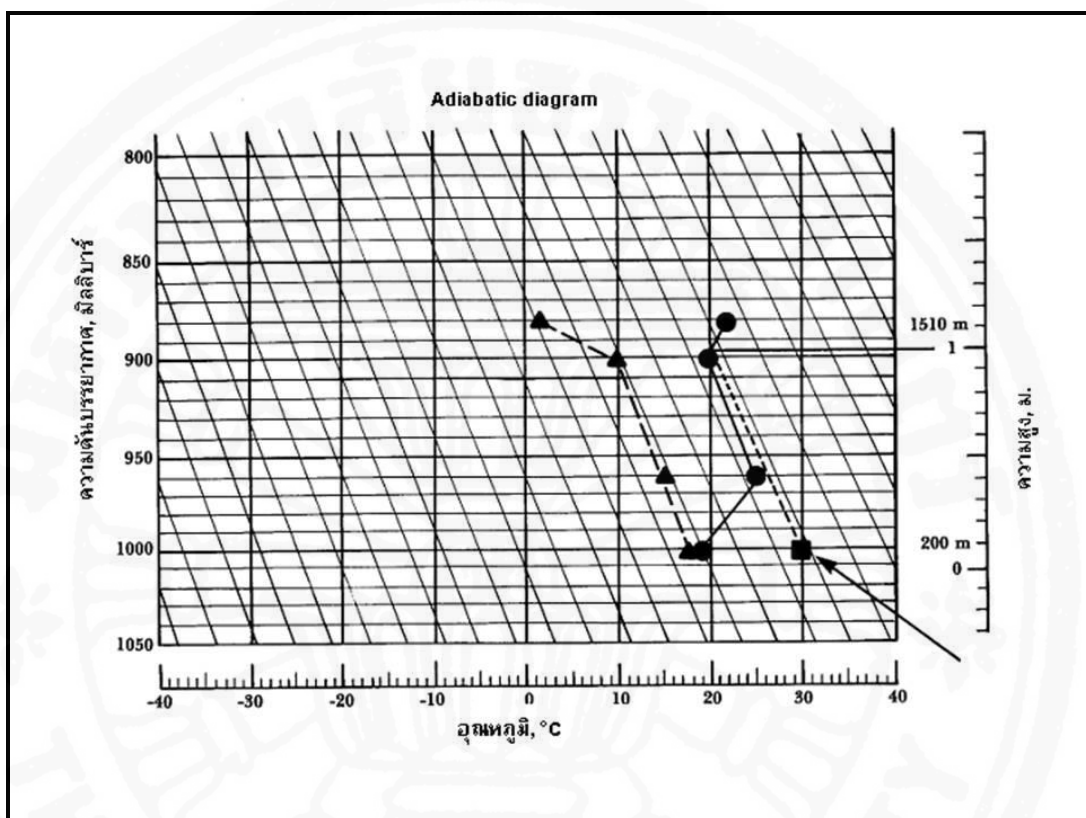
SURFACE AIR DATA RECORDS (CD-144 FORMAT)	
14826880101	0027260170241010
14826880101	1027260130231010
14826880101	2029260140221010
14826880101	3029250160211010
14826880101	4029250150201010
14826880101	5027240150201010
14826880101	6026240140191010
14826880101	7029260160181010
14826880101	8029260180171010
14826880101	9037250160161010
14826880101	0065260160161009
Element	Columns
Surface Station Number	1-5
Year	6-7
Month	8-9
Day	10-11
Hour	12-13
Ceiling Height (Hundreds of Feet)	14-16
Wind Direction (Tens of Degrees)	17-18
Wind Speed (Knots)	19-21
Dry Bulb Temperature (° Fahrenheit)	22-24
Total Cloud Cover	25-26
Opaque Cloud Cover	27-28

ที่มา : ปฏิญญา สุขปัญญา (2548) อ้างจาก วราวุธ เสือดี (2544)

2.2.4 หากอุณหภูมิต่ำสุดในแต่ละวัน แล้วบวกด้วย 5 องศาเซลเซียส กำหนดจุดลงบนกราฟ ณ ตำแหน่งความสูงที่ผิวพื้น ลากเส้นความชันเท่ากับ -0.01 องศาเซลเซียส ต่อเมตร จนกระทั่งขึ้นไปตัดเส้นการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในบรรยากาศตามความสูง จากนั้นวัดความสูงตั้งแต่ผิวพื้นไปจนถึงจุดตัดระยะดังกล่าวคือ ความสูงชั้นผสมในตอนเช้าวันนั้น

2.2.5 เปลี่ยนหน่วยการวัดและนำข้อมูลไปจัดเรียงดังที่โปรแกรม PCRAMMET ต้องการแล้วบันทึกเก็บในรูปแบบ Text file แสดงดังตารางที่ 2.3

ภาพที่ 2.2
Pseudo adiabatic chart



ที่มา : วราวุธ เสือดี (2552)

3. ข้อมูลผู้รับ (Receptor) ที่แบบจำลองฯ ต้องการคือ ตำแหน่งพิกัดของผู้รับที่ต้องการทราบความเข้มข้น และความสูงจากพื้นดินของผู้รับแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

3.1 แบบ Uniform cartesian grid เป็นตำแหน่งผู้รับที่มีลักษณะเป็นช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส ตำแหน่งผู้รับลักษณะนี้มักใช้เพื่อสร้างเป็นเส้นความเข้มข้นเท่ากัน (Isopleths) เพื่อดูลักษณะและรูปแบบการแพร่กระจายของสารมลพิษในพื้นที่ศึกษา แสดงดังภาพที่ 2.3

3.2 แบบ Discrete receptor เป็นตำแหน่งผู้รับที่อยู่นอกเหนือจากตำแหน่งที่เป็นจุดตัดของ Uniform cartesian grid ซึ่งผู้ใช้งานต้องทราบตำแหน่งที่แน่นอนในแผนที่ มักจะเป็นตำแหน่งผู้รับที่อ่อนไหวต่อการรับสารมลพิษ อาจเป็นชุมชนที่ต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษ

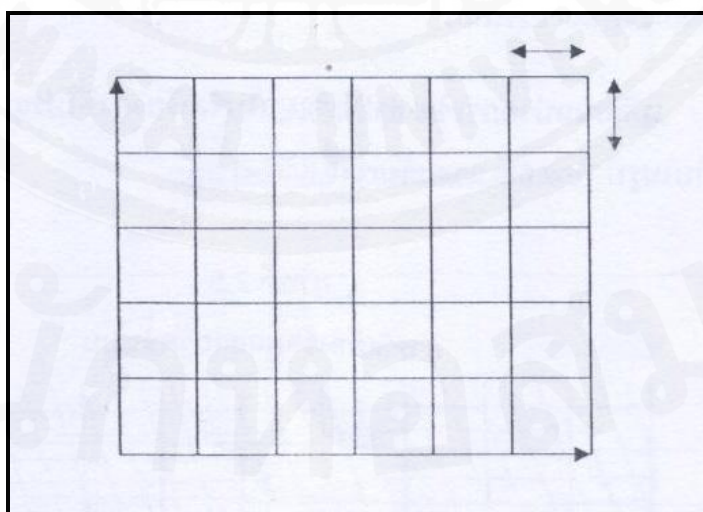
ตารางที่ 2.3
การจัดเรียงข้อมูลอากาศชั้นบน

MIXING HEIGHT DATA RECORDS [SCRAM/PCRAMMET FORMAT]									
139968712311	97510.4	6.7	1	975	9.5	7.4			
139968801011	515	4.2	2.0	1	899	5.7	3.3		
139968801021	113	0.9	0.9	1	1340	10.4	7.7		
139968801031	744	8.5	3.7	1	516	5.2	5.4		
139968801041	484	6.0	3.9	1	109	8.2	8.2		
	1-5	6-7	8-9	10-11	14-17				32-35

Columns	Element
15	Upper Air (Mixing) Station Number
6-7	Year
8-9	Month
10-11	Day
14-17	AM Mixing Value (Nocturnal Urban Mixing Height)
32-35	PM Mixing Value

ที่มา : ปฏิญญา สุขปัญญา (2548) อ้างจาก วราวุธ เสือดี (2544)

ภาพที่ 2.3
ลักษณะของตำแหน่งผู้รับแบบ Uniform cartesian grid



ที่มา : ปฏิญญา สุขปัญญา (2548) อ้างจาก วราวุธ เสือดี (2544)

จังหวัดขอนแก่น

จังหวัดขอนแก่นตั้งอยู่ บริเวณตอนกลางของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ห่างจาก กรุงเทพมหานคร 445 กิโลเมตร อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 15-17 องศาเหนือ และเส้นแวงที่ 101-103 องศาตะวันออก มีพื้นที่ 10,885.99 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 6.8 ล้านไร่ มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียงดังนี้

ทิศเหนือ	ติดกับจังหวัดอุดรธานี เลย และหนองบัวลำภู
ทิศใต้	ติดกับจังหวัดนครราชสีมา และบุรีรัมย์
ทิศตะวันออก	ติดกับจังหวัดกาฬสินธุ์ และมหาสารคาม
ทิศตะวันตก	ติดกับจังหวัดชัยภูมิ และเพชรบูรณ์

จังหวัดขอนแก่นแบ่งการปกครองออกเป็น 26 อำเภอ 198 ตำบล 2139 หมู่บ้าน อำเภอต่างๆ ได้แก่ อำเภอเมืองขอนแก่น อำเภอบ้านฝาง อำเภอพระยืน อำเภอหนองเรือ อำเภอชุมแพ อำเภอสีชมพู อำเภอน้ำพอง อำเภออุบลรัตน์ อำเภอกระนวน อำเภอบ้านไผ่ อำเภอเปือยน้อย อำเภอพล อำเภอแวงใหญ่ อำเภอแวงน้อย อำเภอหนองสองห้อง อำเภอภูเวียง อำเภอมีชัย อำเภอชนบท อำเภอเขาสมรขวาง อำเภอภูผาม่าน อำเภอซำสูง อำเภอโคกโพธิ์ไชย อำเภอหนองนาคำ อำเภอบ้านแฮด อำเภอโนนศิลา และอำเภอเวียงเก่า โดยแสดงในภาพที่ 2.4

มีพื้นที่ประมาณ 10,885.99 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 6.8 ล้านไร่ จำแนกเป็น พื้นที่ป่าไม้ 12.26% (803,754.33ไร่) พื้นที่ทำการเกษตร 72.05% (4,971,961 ไร่) พื้นที่อยู่อาศัยและอื่น ๆ 15.69% (1,024,285 ไร่)

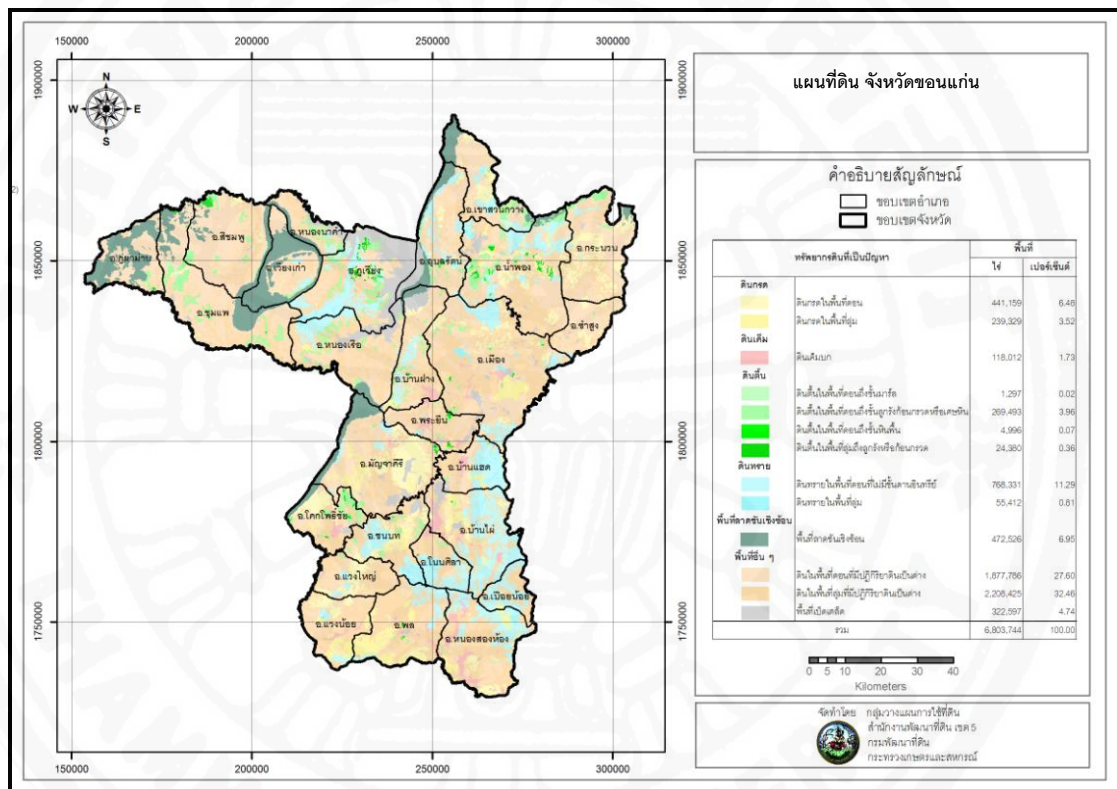
ลักษณะภูมิประเทศ สภาพพื้นที่โดยทั่วไปเป็นที่ราบสูง มีพื้นที่สูงต่ำสลับเป็นลูกคลื่น ทางทิศตะวันตกสูงมากเพราะมีแนวเขาภูกระดึงและเพชรบูรณ์ สำหรับ ทางทิศตะวันออกและทิศตะวันออกเฉียงใต้ มีลักษณะสูงต่ำ มีที่ราบลุ่ม แถบลุ่มน้ำชี ในเขตพื้นที่อำเภอพระยืนอำเภอชนบท บ้านไผ่ มีชัยภูมิ แวงน้อย แวงใหญ่ เมือง และที่ราบลุ่มน้ำพอง ในเขตพื้นที่อำเภอน้ำพอง อำเภออุบลรัตน์ และ เมือง พื้นที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลางโดยเฉลี่ย 100 -200 เมตร

การเกษตรนับว่าเป็นอาชีพหลักของประชากรในจังหวัด โดยมีพื้นที่ถือครองด้านการเกษตร 4,971,961 ไร่ ประกอบด้วยที่นา 2,688,343 ไร่ ที่ไร่ 1,992,474 ไร่ ที่สวน 172,195 ไร่ และปศุสัตว์ 118,949 ไร่

พืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้หลักให้แก่เกษตรกรในจังหวัดขอนแก่น ได้แก่ ข้าว อ้อย ถั่วเหลือง ส่วนพืชที่ทำรายได้รองลงมาได้แก่ ถั่วเขียวฝักมัน มันสำปะหลัง และปอแก้ว โดยปี

เพาะปลูก 2550 มีพื้นที่ปลูกข้าว 2,375,970 ไร่ ได้ผลผลิต 955,200 ตัน แยกเป็นข้าวจำว 200,705 ตัน และข้าวเหนียว 754,495 ตัน (สำนักงานประชาสัมพันธ์จังหวัดขอนแก่น, 2552)

ภาพที่ 2.4
จังหวัดขอนแก่น



ที่มา : สถานีพัฒนาที่ดินขอนแก่น, 2554

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วรารุณ เสือดี (2552) ได้ทำการศึกษาแนวทางการใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศอย่างง่ายเพื่อจัดการลดการเผาในที่โล่ง โดยมีการใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่องใน 2 กรณี คือ กรณีคำนึงถึงทิศทางลม กรณีไม่คำนึงถึงทิศทางลม และใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ Open Burn / Open Detonation Dispersion Model (OBODM) ในการเปรียบเทียบความแม่นยำของแบบจำลองคุณภาพอากาศ โดยการทำนายความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM-10) พื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่า การใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ OBODM ให้ผล

การศึกษาที่ให้ความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM-10) ในทิศทางตรงข้าม จึงไม่ควรนำมาใช้ การใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่องให้ผลการศึกษาที่ให้ความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM-10) ในทิศทางเดียวกันและสามารถอธิบายได้ดีที่สุด คือประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์

Amnaulawjarum, Kreasuwun, Towta and Siriwitayakorn. (2010) ได้ทำการศึกษากการกระจายของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM-10) จากการเผาป่าไม้ในจังหวัดเชียงใหม่ ในช่วง 9-13 มีนาคม ปี พ.ศ. 2550 และปี พ.ศ. 2551 พบว่าการกระจายของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM-10) ในบริเวณจังหวัดเชียงใหม่ขึ้นอยู่กับทิศทางลม และความเร็วลมในบรรยากาศ และสภาพภูมิประเทศของจังหวัด ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กในจังหวัดเชียงใหม่ คือ $161-401 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในช่วงวันที่ 9-13 มีนาคม 2550 และ $32-80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในช่วง 9-13 มีนาคม 2551 ซึ่งสอดคล้องกับค่าที่ตรวจวัดได้

Schroeder (2004) ได้ทำการศึกษการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ 2 แบบจำลองคุณภาพอากาศ กรณีศึกษา การเก็บข้อมูลปิโตรเลียมในท่าเรือ ผลการศึกษาพบว่า การเปรียบเทียบผลการทำนายความเข้มข้นของสารมลพิษที่มีการปล่อยจากถังเก็บปิโตรเลียม (Fugitive tank emission) โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD และ ISC ข้อมูลที่ได้จากการทำนายโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่า เมื่อเปรียบเทียบการทำนายแหล่งกำเนิดสารมลพิษที่มีความเข้มข้นสูง ISC จะมีประสิทธิภาพทำนายได้ดีกว่าการใช้ AERMOD ดังนั้นจากผลการศึกษาครั้งนี้จึงสามารถบอกได้ว่า ISC จะใช้งานได้ดีเมื่อใช้ในการทำนายแหล่งกำเนิดสารมลพิษแบบ fugitive emission แต่จะไม่เหมาะในการใช้ทำนายแหล่งกำเนิดพื้นที่

Tipayarom and Oanh (2007) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของสารมลพิษทางอากาศจากการเผาฟางข้าวในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า จุด Hotspot จำนวนมากในช่วงฤดูกาลเผาฟางข้าว ความสัมพันธ์ระหว่างจุด Hotspot และระดับของสารมลพิษทางอากาศ โดยทำการตรวจวัดที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจังหวัดปทุมธานี พบว่า ในช่วงระยะเวลาที่มีการเผา (พฤศจิกายน – เมษายน) ครั้นจากการเผาฟางข้าวในจังหวัดปทุมธานีสามารถแพร่กระจายไปยังกรุงเทพมหานครโดยลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเข้มข้นเฉลี่ยรายวันของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM-10) จะพบการเผามากในช่วง 1 กุมภาพันธ์ ถึง 31 มีนาคม การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจุด Hotspot และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.77