บทที่ 2

ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

การเผาในที่โล่ง

การเผาในที่โล่งเป็นการเผาวัสดุต่าง ๆ ในสถานที่ที่ควันและมลพิษถูกปล่อยสู่อากาศโดยตรงไม่ผ่านปล่องหรือกระบวนการใดที่จะกรองหรือบำบัดและกำจัดมลพิษที่ออกมา การเผาในที่โล่งจึงเป็นกิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศในโลกในปริมาณมากอีกแหล่งหนึ่งซึ่งเกิดขึ้นทั้งจากธรรมชาติ และเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ และเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย รวมทั้งส่งผลกระทบทั้งในระดับท้องถิ่นและบรรยากาศโลก (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 6, 2550)

การเผาในที่โล่ง หมายถึง ไฟไหม้ การเผาไหม้ หรือไฟคุกรุ่นใด ๆ หรือการเผาวัสดุใด ๆ ที่เกิดขึ้นในที่เปิดโล่ง โดยที่ฝุ่น ควัน ก๊าซ และสารพิษอื่นจากการเผาไหม้สามารถแพร่กระจายไปได้ในบรรยากาศ และกล่าวว่าสาเหตุจากการเผาในที่โล่งเกิดจาก 3 กิจกรรมหลัก ได้แก่ (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

1. การเผาเศษพืชเศษวัสดุภาคการเกษตร เกษตรกรในประเทศไทยที่ทำการเพาะปลูกพืชผลทางการเกษตรนิยมใช้การเผาในการกำจัดเศษพืชทั้งก่อนและหลังการเพาะปลูก เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก ประหยัดทั้งเวลาและแรงงาน ซึ่งจากการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 เป็นต้นมา มีการตรวจพบปริมาณฝุ่นในช่วงฤดูแล้ง โดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่จังหวัดที่มีการทำการเกษตรมาก เช่น ปทุมธานี อยุธยา อ่างทอง ราชบุรี สระบุรี กาญจนบุรี นครสวรรค์ เชียงใหม่ ขอนแก่น เป็นต้น เนื่องจากสภาวะอากาศที่แห้งและนิ่งทำให้ฝุ่นละอองสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นานไม่ตกลงสู่พื้นดิน ดังนั้นการทำเกษตรในช่วงเวลาดังกล่าวจึงทำให้มีปริมาณฝุ่นในบรรยากาศปริมาณสูง

2. การเผาขยะมูลฝอยจากชุมชน ในปี พ.ศ. 2544 ประเทศไทยมีปริมาณขยะรวมทั้งประเทศประมาณ 14 ล้านตันต่อปี และมีอัตราเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 1.23 ต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2543 โดยการกำจัดขยะที่ถูกหลักสุขาภิบาลยังไม่เพียงพอ ส่วนใหญ่ยังเป็นการกองและเผาทิ้งในที่โล่งจึงเป็นแหล่งกำเนิดของควัน ฝุ่น และสารมลพิษต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีการเผาขยะในครัวเรือนและในสถานประกอบการบางแห่ง ดังนั้นแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดเล็กจึงมีกระจายอยู่ทั่วไป โดยกรมควบคุมมลพิษรายงานว่า ปริมาณขยะที่ไม่ได้รับ

การกำจัดอย่างถูกวิธี และถูกเผาเป็นครั้งคราวมีประมาณ 10 ล้านตันต่อปี และพบว่า การเผาขยะ 1 กิโลกรัม จะทำให้เกิดฝุ่นขนาดเล็กขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ 19 กรัม หรือแต่ละครัวเรือนจะผลิตฝุ่นจากการเผาขยะประมาณ 45.7 กรัมต่อวัน ถ้าขยะมีพลาสติกปนอยู่ด้วย การเผาในที่โล่งจะก่อให้เกิดสารอินทรีย์ระเหยประมาณ 14 กรัมต่อขยะ 1 กิโลกรัม โดยมลพิษที่สำคัญได้แก่ เบนซิน (Benzene) และไดออกซิน (Dioxin) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง

3. ไฟป่า ในประเทศไทยส่วนใหญ่การเกิดไฟป่ามีสาเหตุจากคนซึ่งเป็นผู้จุดไฟด้วยวัตถุประสงค์บางประการ เช่น บุกรุกเผาป่าเพื่อเตรียมดินสำหรับเพาะปลูก เผาเพื่อหาของป่า ล่าสัตว์ และเลี้ยงสัตว์ หรือการจุดไฟในโอกาสต่าง ๆ ด้วยความประมาทเป็นต้น จากภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2543 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด 107,531,243 ไร่ โดยถูกไฟป่าทำลายทั้งสิ้น 476,182.79 ไร่ ซึ่งก่อให้เกิดการสูญเสียป่าไม้จำนวนมาก และยังมีปัญหาเรื่องหมอกควันตามมา ซึ่งการเกิดหมอกควันในระดับภูมิภาค ยังคงเป็นความเสี่ยงของประเทศอาเซียน ดังเช่น ปี พ.ศ. 2550 ประเทศไทยได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์หมอกควันจากไฟป่าที่เกิดในประเทศอินโดนีเซีย และประเทศพม่าในช่วงฤดูแล้งของประเทศไทย พื้นที่ภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทยได้รับผลกระทบจากหมอกควันของไฟป่าที่เกิดในประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งมีตำแหน่งไฟไหม้ประมาณ 970 จุด และพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ก็ได้รับผลกระทบจากหมอกควันของไฟป่าที่เกิดในประเทศพม่าซึ่งมีตำแหน่งไฟไหม้ประมาณ 1,082 จุด และเมื่อลมเปลี่ยนทิศพัดเข้าสู่ประเทศไทยทั้งตอนบน และตอนล่างของประเทศ จึงส่งผลให้ท้องฟ้ามืดครึ้มมีทัศนวิสัยต่ำกว่า 1 กิโลเมตร และปริมาณฝุ่นขนาดเล็กที่เป็นอันตรายต่อปอดชั้นใน มีอยู่ในบรรยากาศเกินค่ามาตรฐานเป็นเวลานานเป็นเดือน

ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10)

ฝุ่นละอองขนาดเล็ก หมายถึง ฝุ่นที่มีอนุภาคเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 10 ไมครอน (US.EPA., 2553) ซึ่งเกิดจากแหล่งกำเนิดหลายประเภท ได้แก่ เกิดจากธรรมชาติ เช่น ฝุ่นดิน รวมถึงเกิดจากการเผาไหม้แบบเปิด เช่น การเผาขยะ การเผาของเสียจากเกษตรกรรม ได้แก่ พวกหญ้า และฟาง (วนิดา จีนศาสตร์, 2551)

ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก มีดังนี้

1. ผลต่อสภาพบรรยากาศทั่วไป ฝุ่นละอองจะลดความสามารถในการมองเห็น ทำให้ทัศนวิสัยไม่ดี เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นอนุภาคของแข็งที่ดูดซับและหักเหแสงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดความหนาแน่น และองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองนั้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2552ก)

2. ผลต่อวัตถุ และสิ่งก่อสร้าง ฝุ่นละอองสามารถทำอันตรายต่อวัตถุ และสิ่งก่อสร้างได้ เช่น อนุภาคฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศที่ตกกลับตามแรงดึงดูดของโลก แล้วเกาะติดวัตถุและสิ่งก่อสร้างทำให้เกิดความสกปรกเลอะเทอะ อีกทั้งฝุ่นละอองยังมีคุณสมบัติในการดูดซับโลหะ สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ไว้ที่พื้นผิวอนุภาค หรือจากชนิดของอนุภาคฝุ่นละอองเองที่เป็นชนิดที่มีสภาพเป็นกรดหรือมีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นอันตราย เมื่อเกาะติดวัตถุหรือสิ่งก่อสร้างจึงสามารถทำอันตรายต่อสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ได้ เช่น ทำให้เกิดการสึกกร่อนของวัสดุที่ทำจากโลหะ การทำลายผิวหน้าของสิ่งก่อสร้างทำให้เกิดความเสียหายต่อผลงานทางศิลปะ ก่อให้เกิดการผุกร่อนของหลังคาที่เป็นสังกะสีได้ เป็นต้น (วนิดา จีนศาสตร์, 2551)

3. ผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ฝุ่นละอองสามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ได้โดยการสูดเอาอากาศที่มีฝุ่นละอองเข้าไป ซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ โดยอาการจะขึ้นอยู่กับขนาดของฝุ่นละออง ฝุ่นที่มีขนาดใหญ่ร่างกายจะดักไว้ได้ที่ขนจมูก ส่วนฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนนั้นจะรอดจากการกรองเข้าไปถึงปอดได้ และฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนจะเข้าไปถึงถุงลมปอดได้ และเมื่อฝุ่นละอองเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจจะเกาะตัวหรือตกตัวได้ในส่วนต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจ ก่อให้เกิดการระคายเคืองและทำลายเนื้อเยื่อของอวัยวะนั้น ๆ เช่น เนื่อเยื่อปอด ซึ่งหากได้รับในปริมาณมากหรือเป็นเวลานานจะสะสมในเนื้อเยื่อปอดเกิดเป็นผังผืดหรือแผลขึ้นได้และทำให้การทำงานของปอดเสื่อมลง ทำให้หลอดลมอักเสบเกิดหอบหืด ถุงลมโป่งพองและอาจติดเชื้อเพิ่มขึ้นได้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2552ก)

จังหวัดนครสวรรค์

จังหวัดนครสวรรค์เป็นจังหวัดในภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 9,597 ตารางกิโลเมตร หรือ 5,998,549 ไร่ และมีระยะทางจากกรุงเทพฯ ถึงนครสวรรค์ 237 กิโลเมตร (สำนักงานจังหวัดนครสวรรค์, 2548) ซึ่งมีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับ จังหวัดพิจิตร และกำแพงเพชร

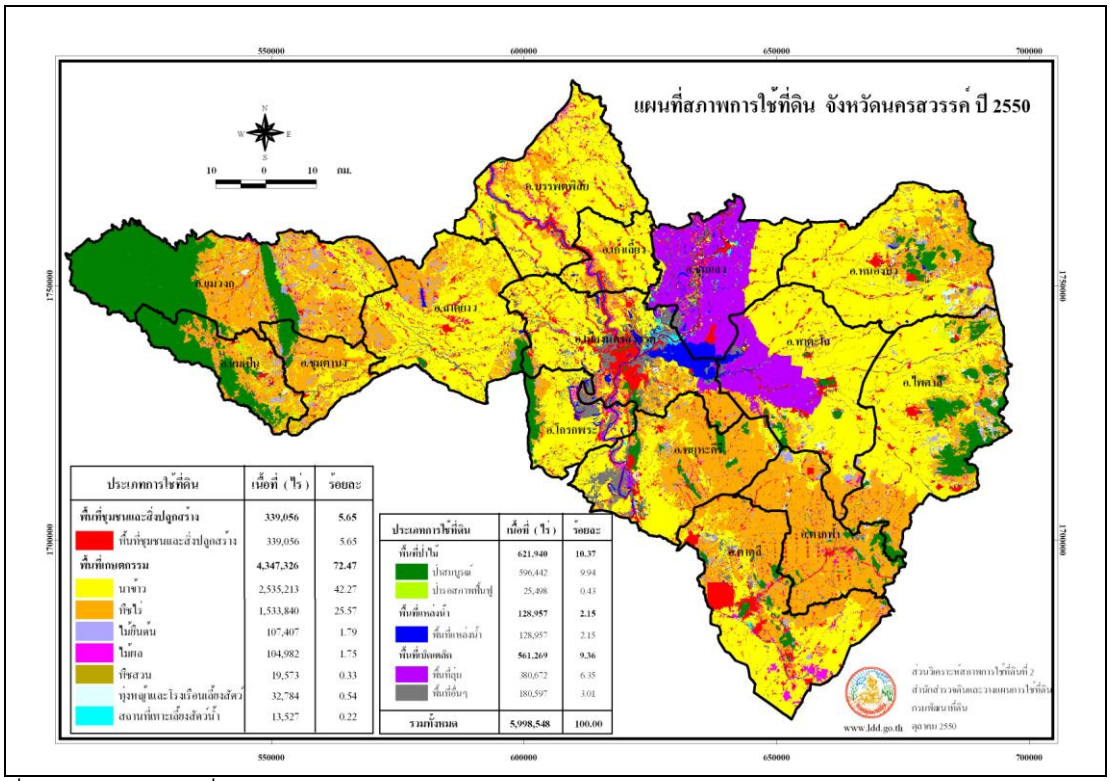
ทิศใต้ ติดต่อกับ จังหวัดลพบุรี, อุทัยธานี, ชัยนาท และสิงห์บุรี

ทิศตะวันออก ติดต่อกับ จังหวัดเพชรบูรณ์

ทิศตะวันตก ติดต่อกับ จังหวัดตาก

ภาพที่ 2.1

สภาพการใช้ที่ดิน จังหวัดนครสวรรค์



ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2550)

จากภาพที่ 2.1 แสดงสภาพการใช้ที่ดิน จังหวัดนครสวรรค์ ปี พ.ศ.2550 พบว่า จังหวัดนครสวรรค์มีพื้นที่เกษตรกรรมจำนวน 4,347,326 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 72.47 พื้นที่ป่าไม้ จำนวน 621,940 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 10.37 พื้นที่แหล่งน้ำจำนวน 128,957 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.15 และพื้นที่เบ็ดเตล็ด 561,269 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 9.3 และเนื่องจากพื้นที่การใช้ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมจึงทำให้จังหวัดนครสวรรค์เป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดการเผาในที่โล่ง ดังแสดงในตารางที่ 2.1

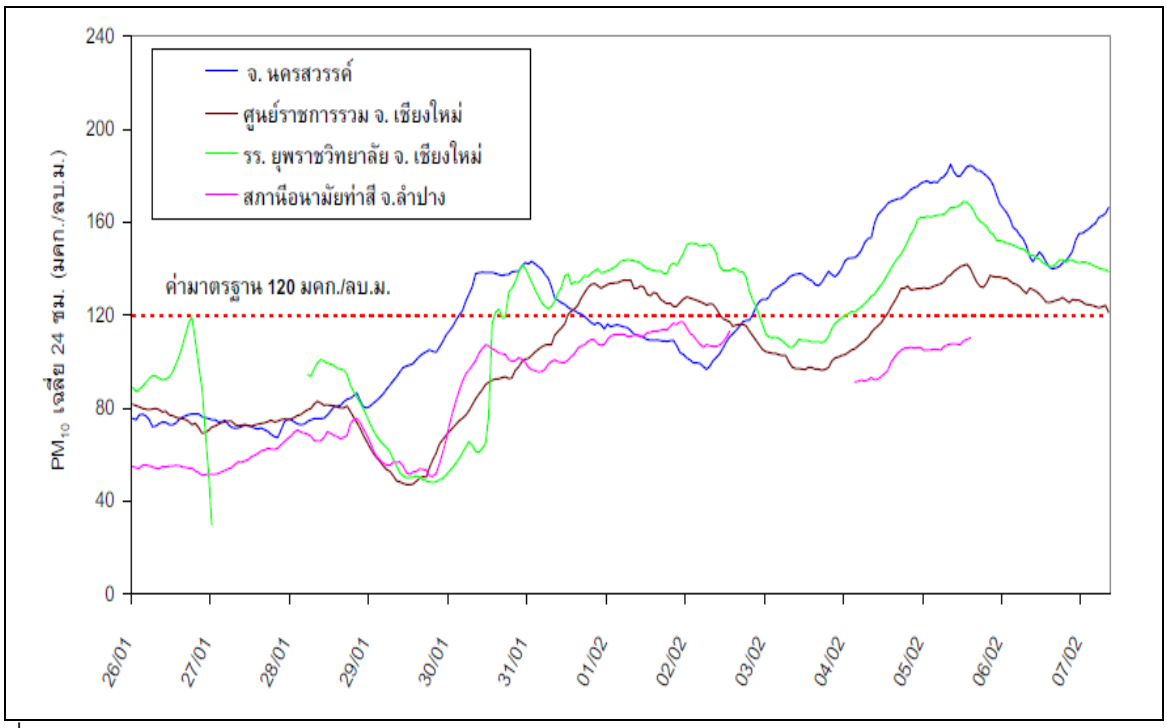
ตารางที่ 2.1
พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดการเผาในที่โล่งรายจังหวัดปี พ.ศ. 2548

ลำดับที่	จังหวัด	พื้นที่เสี่ยงต่อการเผาในนาข้าว (ไร่)	พื้นที่เสี่ยงต่อการเผาในไร่อ้อย (ไร่)	พื้นที่เสี่ยงต่อการเผาในไร่ข้าวโพด (ไร่)	พื้นที่เสี่ยงรวม (ไร่)
1	นครสวรรค์	1,654,719	229,289	78,305	1,962,313
2	นครราชสีมา	1,564,552	0	0	1,925,180
3	สุพรรณบุรี	1,398,450	262,656	11,059	1,672,165
4	อุบลราชธานี	1,637,295	0	4,467	1,641,766
5	ขอนแก่น	1,285,652	216,738	1,249	1,503,639

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2548)

จากตารางที่ 2.1 แสดงพื้นที่เสี่ยงต่อการเผาในที่โล่งรายจังหวัด ปี พ.ศ. 2548 พบว่า พื้นที่เสี่ยงต่อการเผาในนาข้าวจำนวนมากที่สุดคือจังหวัดนครสวรรค์เท่ากับ 1,654,719 ไร่ พื้นที่เสี่ยงต่อการเผาในไร่อ้อยจำนวนมากที่สุดคือจังหวัดสุพรรณบุรี เท่ากับ 262,656 ไร่ และพื้นที่เสี่ยงต่อการเผาในไร่ข้าวโพดมากที่สุดคือจังหวัดนครสวรรค์เท่ากับ 78,305 ไร่ สรุปได้ว่าจังหวัดนครสวรรค์มีพื้นที่เสี่ยงรวมมากที่สุด เท่ากับ 1,962,313 ไร่ ซึ่งการเผาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวอาจทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็กได้ เห็นได้จากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กได้ ดังภาพที่ 2.2

ภาพที่ 2.2
แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก
กว่า 10 ไมครอน



ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2550)

จากภาพที่ 2.2 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทยในระหว่างวันที่ 26 มกราคม ถึงวันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 พบว่า ในจังหวัดนครสวรรค์มีช่วงเวลาที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กเกินค่ามาตรฐาน ซึ่งค่ามาตรฐานความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ซึ่งต้องไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2553) โดยกรมควบคุมมลพิษรายงานว่า การเพิ่มสูงขึ้นของปริมาณฝุ่นละออง ขนาดเล็ก ดังกล่าวมีความสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของไฟป่าทั้งในประเทศไทยและประเทศ เพื่อนบ้าน ประกอบกับในช่วงเวลานี้เกษตรกรจะทำการเผาเศษวัสดุเพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับทำการเกษตรในช่วงฤดูฝน สภาวะอากาศที่นิ่งทำให้ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดขึ้นสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นานโดยไม่ตกลงสู่พื้นดิน

จุด Hotspots

จุด Hotspots เป็นจุดหรือบริเวณที่มีค่าความร้อนมากผิดปกติบนพื้นผิวโลก โดยใช้อุปกรณ์การตรวจวัดค่าความร้อน (Thermal sensor) ที่ติดตั้งอยู่บนดาวเทียม Terra และ ดาวเทียม Aqua ซึ่งดาวเทียมทั้งสองจะใช้ MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) ในการตรวจหา Hotspots และมีการเผยแพร่ข้อมูล Hotspots ดังกล่าวในรูปของจุดแดงแสดงตำแหน่งและพิกัดที่ตรวจพบลงบนภาพถ่ายดาวเทียมและเผยแพร่ทางเว็บไซต์กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช โดยที่ดาวเทียม Terra จะโคจรผ่านประเทศไทยในช่วงเช้า และดาวเทียม Aqua จะโคจรผ่านประเทศไทยในช่วงบ่าย เมื่อกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช รับข้อมูล Hotspots มาแล้วก็จะประมวลผลข้อมูลโดยใช้ข้อมูลล่าสุดที่ดาวเทียมผ่านประเทศไทยมาวิเคราะห์ว่า Hotspots ดังกล่าวอยู่ในพื้นที่ และพิกัดใดโดยทราบวันที่ เวลาที่แน่นอนของข้อมูลดังกล่าว จากนั้นกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช จะส่งข้อมูลให้สำนักบริหารพื้นที่ป่าอนุรักษ์ และสำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์สาขาทุกแห่งใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนงานประเมินสถานการณ์ในภาพรวม ใช้ประกอบกับข้อมูลการตรวจหาไฟภาคพื้นดิน ใช้ตรวจสอบกับข้อมูลการดับไฟในพื้นที่จริง และแยกแยะจุดที่เป็น False alarm เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงระบบการตรวจวัด Hotspots ให้มีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้นในอนาคต นอกจากนั้นกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ยังได้เผยแพร่ข้อมูล Hotspots รายวันผ่านทางเว็บไซท์ www. dnp.go.th/forestfire เพื่อให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่หน่วยราชการอื่น ๆ และประชาชนโดยทั่วไป (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2553)

อัตราการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการเผาในที่โล่ง (Emission factor)

สัมประสิทธิ์การระบายมลพิษ (Emission factor) เป็นตัวเลขหรือค่าที่กำหนดขึ้น โดยพัฒนามาจากการตรวจวัดปริมาณของมลพิษที่ถูกระบายจากกิจกรรม กระบวนการผลิต หรือเครื่องจักรหรืออุปกรณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ค่า Emission factor จึงมักแสดงในรูปของอัตราส่วนของปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษที่เกิดจากกิจกรรม กระบวนการผลิต เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ ที่มีลักษณะจำเพาะเจาะจงต่อการปลดปล่อยสารมลพิษชนิดนั้นออกสู่สิ่งแวดล้อม หรือแสดงในรูปของน้ำหนักของสารที่ปลดปล่อยหารด้วยน้ำหนัก ปริมาตร ระยะทาง หรือระยะเวลาของกิจกรรมที่มีการปลดปล่อยหรือระบายสารนั้นออกสู่สิ่งแวดล้อม การนำค่า Emission factor ไปใช้คำนวณหาปริมาณการปลดปล่อยมลพิษ ควรมีกระบวนการผลิตหรือกิจกรรมที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

เนื่องจากจะทำให้ค่าการคาดประมาณใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ทั้งนี้ ค่า Emission factor ที่นำมาใช้ในการคาดประมาณการปลดปล่อยสารมลพิษ ควรได้มาจากสถาบันหรือหน่วยงานที่มีการยอมรับด้วยจึงจะน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2552ข)

การคำนวณอัตราการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Emission rate)

การประเมินปริมาณมลพิษที่ปล่อยจากการเผาในที่โล่งในพื้นที่เกษตรของประเทศไทยสามารถคำนวณได้ดังสมการ 2.1 (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

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

เมื่อ E_i คือ ปริมาณการปล่อยมลพิษทางอากาศประเภท i หน่วยเป็น กิโลกรัม หรือตัน

A คือ ปริมาณพื้นที่ที่ถูกเผา หน่วยเป็น ตารางเมตร หรือไร่

D คือ ปริมาณชีวมวลที่มีอยู่บนพื้นที่ในรูปของน้ำหนักแห้ง หน่วยเป็น กรัมต่อตารางเมตร หรือกิโลกรัมต่อไร่

F คือ สัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ถูกเผาต่อปริมาณชีวมวลทั้งหมดที่มีอยู่บนพื้นที่ที่ถูกเผา

EF_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์การระบายมลพิษ (Emission factor) ของมลพิษทางอากาศประเภท i หน่วยเป็น กรัม มลพิษ i ต่อ กิโลกรัมชีวมวล

สำหรับปริมาณพื้นที่ที่ถูกเผา (A) ได้จากจุด Hotspots ที่ปรากฏในภาพถ่ายดาวเทียมในปี พ.ศ. 2551-2552 ของจังหวัดนครสวรรค์ โดยพิจารณาให้ 1 จุด Hotspots เท่ากับพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2548) ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จากกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช ส่วนค่าปริมาณชีวมวลที่มีอยู่บนพื้นที่ในรูปของน้ำหนักแห้ง (D), ค่าสัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ถูกเผาต่อปริมาณชีวมวลทั้งหมดที่มีอยู่บนพื้นที่ที่ถูกเผา (F), ค่าสัมประสิทธิ์การระบายมลพิษ (Emission factor) ของมลพิษทางอากาศประเภท i แสดงได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2

ค่า D, F และ EF_i ของประเภทชีวมวล สำหรับการคำนวณ

อัตราการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก

ประเภทของชีวมวล	ปริมาณชีวมวลที่มีอยู่บนพื้นที่ในรูปของน้ำหนักแห้ง (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	สัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ถูกเผาต่อปริมาณชีวมวลทั้งหมดที่มีอยู่บนพื้นที่ที่ถูกเผา	สัมประสิทธิ์การระบายฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการเผาเศษวัสดุการเกษตร (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)

**Amnauylawjarurn, Kreasuwun, Towta and Siriwitayakorn (2010)

***United Stated Environmental Protection Agency (1992)

จากตารางที่ 2.2 เป็นตารางแสดงค่าปริมาณชีวมวลที่มีอยู่บนพื้นที่ในรูปของน้ำหนักแห้ง สัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ถูกเผาต่อปริมาณชีวมวลทั้งหมดที่มีอยู่บนพื้นที่ที่ถูกเผา และสัมประสิทธิ์การระบายฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการเผาเศษวัสดุการเกษตร โดยแบ่งตามประเภทของชีวมวล ได้แก่ ข้าวโพด ข้าว อ้อย พืชไร่ผสม ไม้ยืนต้นผสม มันสำปะหลัง พื้นที่เกษตรและพื้นที่ป่าไม้ เพื่อใช้สำหรับการคำนวณค่าอัตราการระบายฝุ่นละอองขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์

แบบจำลองคุณภาพอากาศ

สรณ์ สุวรรณโชติ (2548) อ้างจาก ศิวพันธุ์ ชูอินทร์ (2544) กล่าวถึงแบบจำลองคุณภาพอากาศว่าเป็นสูตรทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาจากพื้นฐานของทฤษฎีของกฎการแพร่กระจาย ประกอบกับผลที่ได้จากการทดลองทั้งในอุโมงค์ลม ในห้องปฏิบัติการและในภาคสนาม เพื่ออธิบายถึงลักษณะการแพร่กระจายตัว (Diffusion หรือ Dispersion) ของสารมลพิษในอากาศในสภาวะต่าง ๆ กัน และใช้คาดประมาณค่าความเข้มข้นของสารมลพิษในบรรยากาศที่ปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดใด ๆ

แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD

วราวุธ เสือดี (2551ข) กล่าวถึงแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD พัฒนาโดย United State Environmental Protection Agency (US.EPA.) เพื่อนำมาใช้แทนแบบจำลอง ISTST3 (Industrial Source Complex Model) โดยแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ใช้องค์ความรู้เรื่อง Planetary Boundary Layer (PBL) เป็นหลักซึ่งหมายถึงชั้นบรรยากาศที่อยู่ติดกับผิวโลกซึ่งได้รับอิทธิพลจากผิวโลก มีช่วงตั้งแต่ประมาณ 100 เมตร ในตอนกลางคืนถึง 1-2 กิโลเมตร ในตอนกลางวัน โดยแบ่งออกเป็น Convective Boundary Layer (CBL) ซึ่งหมายถึง ชั้นที่อากาศเกิดการเคลื่อนที่ของมวลของอากาศเนื่องมาจากการพาความร้อน และ Stable Boundary Layer (SBL) ซึ่งหมายถึง ชั้นบรรยากาศที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากการพาความร้อนโดยจะได้รับเฉพาะผลจากแรงเสียดทานจากผิวโลก โดยใน SBL จะสมมติว่ามีการแพร่กระจายความเข้มข้นเป็นแบบ Gaussian ทั้งในแนวดิ่งและแนวราบ ส่วนใน CBL มีการแพร่กระจายความเข้มข้นเป็นแบบ Gaussian ในแนวราบ แต่ในแนวดิ่งจะมีการแพร่กระจายแบบ Bi-Gaussian Probability Density Function (pdf).

ระบบของแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD จะมีชุดคำสั่งหลัก คือ AERMOD และชุดคำนวณสนับสนุน 2 ชุด คือโปรแกรมย่อย AERMET และ โปรแกรมย่อย AERMAP โดยโปรแกรมย่อย AERMET ใช้ในการเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา และคำนวณดัชนีแสดงลักษณะของชั้นบรรยากาศที่อยู่ติดกับผิวโลกที่แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ต้องการ โดยโปรแกรมย่อย AERMET จะนำเอาข้อมูลจากการตรวจวัดจริงมาประมวลผลเบื้องต้นและจัดเรียงให้อยู่ในรูปที่แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ต้องการ ซึ่งเกี่ยวข้องกับข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับผิวพื้นหลายข้อมูล ส่วนโปรแกรมย่อย AERMAP จะใช้ข้อมูลความสูงของภูมิประเทศ ณ จุดต่าง ๆ ใน

พื้นที่ศึกษา ไปคำนวณความสูงเสมือนของพื้นที่ (Terrain Height Scale, h_c) ซึ่งจะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละจุดในพื้นที่ ซึ่งจะมีผลในเรื่องการเคลื่อนที่ของพลูมไปตามพื้นผิวของพื้นที่ศึกษา โปรแกรมย่อย AERMAP ยังเป็นชุดคำสั่งที่ใช้ในการสร้างแฟ้มข้อมูลจุดที่ต้องการคำนวณความเข้มข้นสารมลพิษทางอากาศในพื้นที่ (Receptor Grid) ซึ่งข้อมูลที่โปรแกรมย่อย AERMAP จะส่งผ่านไปยังแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD คือ ตำแหน่งที่ต้องการคำนวณความเข้มข้นสารมลพิษ (Receptor' s Location x, y) ความสูงจากตำแหน่งอ้างอิง และ h_c (วราวุธ เสือดี, 2551ข)

ข้อมูลนำเข้าแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD

1. ข้อมูลนำเข้าโปรแกรมย่อย AERMET จากทฤษฎีการได้มาของดัชนีแต่ละค่าที่ต้องการสำหรับ AERMOD จึงทำให้ต้องมีข้อมูลพื้นฐานที่ต้องนำเข้าโปรแกรมย่อย AERMET คือ

1.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาผิวพื้น (Surface air data) ได้แก่ ความเร็วลมและทิศทางลม (Wind speed and direction) อุณหภูมิ (Ambient temperature) ปริมาณเมฆ ปกคลุม (Cloud cover) และความสูงฐานเมฆ (Ceiling height) ซึ่งสามารถดึงข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลดิบที่บันทึกจากการตรวจวัดได้ในหลายรูปแบบ เช่น MET-144 Format, MET-144 หรือ SCRAM format, และ SAMSON format ในประเทศไทยเป็นการนำเอาข้อมูลที่มีอยู่มาจัดเรียงในรูปแบบที่โปรแกรมย่อย AERMET สามารถนำไปประมวลผลได้ โดยรูปแบบที่ง่ายที่สุดและเหมาะสมที่สุดคือการจัดเรียงในรูปแบบ CD-144 หรือ SCRAM format

จากตารางที่ 2.3 แสดงการจัดเรียงข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับผิวพื้นแบบ SCRAM format ซึ่งมีการจัดเรียงข้อมูลเป็นรายชั่วโมง โดยชั่วโมงที่ 1 ของวันที่ 1 เดือนมกราคม ของปีนั้น ๆ จะเป็นข้อมูลในแถวแรกและข้อมูลชั่วโมงสุดท้ายของเดือนธันวาคม ของปีนั้น ๆ จะเป็นข้อมูลแถวสุดท้ายและในแต่ละแถวมีจำนวนข้อมูลแถวละ 28 ตัวอักษร ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลหมายเลขประจำสถานีอุตุนิยมวิทยา (ตัวอักษรที่ 1-5) ข้อมูลปีที่เลือกใช้เป็นคริสต์ศักราช (ตัวอักษรที่ 6-7) ข้อมูลเดือน (ตัวอักษรที่ 8-9) ข้อมูลวัน (ตัวอักษรที่ 10-11) ข้อมูลชั่วโมงที่ (ตัวอักษรที่ 12-13) ข้อมูลความสูงฐานเมฆ (ตัวอักษรที่ 14-16) ข้อมูลทิศทางลม (ตัวอักษรที่ 17-18) ข้อมูลความเร็วลม (ตัวอักษรที่ 19-21) ข้อมูลอุณหภูมิ (ตัวอักษรที่ 22-24) ปริมาณเมฆปกคลุมท้องฟ้าทั้งหมดหรือ Total cloud cover (ตัวอักษรที่ 25-26) และปริมาณเมฆทึบแสงหรือ Opaque cloud cover (ตัวอักษรที่ 27-28) ในกรณีที่ไม่มีการตรวจวัดปริมาณเมฆทึบแสง สามารถใช้ปริมาณเมฆปกคลุมท้องฟ้าทั้งหมดแทนได้

ตารางที่ 2.3

การจัดเรียงข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับผิวพื้นแบบ SCRAM format

484550101010099935004075030 3
484550101010199900000074040 4
484550101010299900000074040 4
484550101010399900000073040 4
484550101010499900000073040 4
484550101010599900000073040 4
484550101010602400000073040 4
484550101010702400000074050 5

ที่มา: วราวุธ เสือดี (2551ข)

1.2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาชั้นบน (Upper air data) โปรแกรมย่อย AERMET สามารถคัดแยกหรือดึงข้อมูลที่ต้องการจากแฟ้มข้อมูลที่บันทึกจากการตรวจวัดแบบมาตรฐานของศูนย์ข้อมูลด้านภูมิอากาศแห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกา หรือ National Climatic Data Center (NCDC) หลายรูปแบบทั้งนี้รวมถึง TD-6201 format, CD-144 format, และ Forecast system laboratory หรือ FSL format โดยส่วนใหญ่ประเทศไทยใช้รูปแบบการจัดเรียงแบบ FSL format

จากตารางที่ 2.4 การจัดเรียงข้อมูลอุตุนิยมวิทยาชั้นบนแบบ FSL format โดยประกอบด้วยการเรียงข้อมูลจำนวน 365 วัน แต่ละวันใช้ข้อมูลจนถึงระดับความสูงประมาณ 5,000 เมตร โดยแถวที่ 1 คือ วันเดือนปีชั่วโมง และจำนวนระดับความสูงที่ทำการตรวจวัด สำหรับแถวที่ 2-6 มีข้อมูลอากาศระดับสูงจำนวน 6 คอลัมน์ ประกอบด้วยความดันที่ระดับมาตรฐาน (คอลัมน์ที่ 1) ความสูงที่ระดับความดันมาตรฐาน (คอลัมน์ที่ 2) อุณหภูมิที่ระดับความดันมาตรฐาน (คอลัมน์ที่ 3) ข้อมูลเสริมหรือ Dummy data (คอลัมน์ที่ 4) ทิศทางลมที่ระดับความดันมาตรฐาน (คอลัมน์ที่ 6)

ตารางที่ 2.4
การจัดเรียงข้อมูลอุตุนิยมวิทยาชั้นบนแบบ FSL format

01010707	5				
10000	137	261	26.1	50	40
8500	1536	172	17.2	70	70
7000	3150	82	8.2	210	190
6000	4405	15	1.5	240	150
5000	5857	-58	-5.8	310	120
01010807	5				
10000	137	261	26.1	50	40
8500	1548	175	17.5	70	70
7000	3165	81	8.1	220	60
6000	4418	12	1.2	290	80
5000	5869	-59	-5.9	340	70

ที่มา: วราวุธ เสือดี (2551ข)

1.3 ค่าลักษณะเฉพาะของพื้นที่ จะประกอบไปด้วย

1.3.1 Albedo เป็นการสะท้อนของการแผ่รังสี (Solar radiation) จากพื้นดินกลับสู่บรรยากาศ โดยไม่มีการดูดซับ มีค่าระหว่าง 0.1 สำหรับพื้นที่ที่เป็นป่าไม้ผลัดใบ (Deciduous forest) ถึง 0.90 สำหรับช่วงหิมะตกใหม่ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5

ค่า Albedo แบ่งตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและฤดูกาล

การใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use)	ฤดูใบไม้ผลิ (Spring)	ฤดูร้อน (Summer)	ฤดูใบไม้ร่วง (Autumn)	ฤดูหนาว (Winter)
แหล่งน้ำธรรมชาติและน้ำทะเล (Fresh water and sea)	0.12	0.10	0.14	0.20
ป่าไม้ผลัดใบ (Deciduous forest)	0.12	0.12	0.12	0.50
ป่าสน (Coniferous forest)	0.12	0.12	0.12	0.35
หนองน้ำ, บึง (Swamp)	0.12	0.14	0.16	0.30
พื้นที่หลังการเก็บเกี่ยว (Cultivated land)	0.14	0.20	0.18	0.60
ทุ่งหญ้า (Grassland)	0.18	0.18	0.20	0.60
พื้นที่เขตเมือง (Urban)	0.14	0.16	0.18	0.35
พื้นที่ทะเลทราย (Desert shrubland)	0.30	0.28	0.28	0.45

ที่มา : วราวุธ เสือดี (2551ข) อ้างจาก United State Environmental Protection Agency (1998)

1.3.2 Bowen ratio เป็นอัตราส่วนของการเปลี่ยนแปลงความร้อน (Sensible heat flux) ต่อการเปลี่ยนแปลงของความร้อนแฝง (Latent heat flux) ใช้พิจารณาพารามิเตอร์สำหรับสภาวะที่เกิดการพา (Convective condition) ใน PBL เป็นดัชนีของความชื้นที่พื้นผิว ณ เวลาเที่ยงวัน Bowen ratio มีช่วงอยู่ระหว่าง 0.1 ที่เหนือผิวน้ำ ถึง 10.0 ที่เหนือทะเลทราย ดังแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6
ค่า Bowen Ratio แบ่งตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและฤดูกาล
ในสภาวะที่มีความชื้นปกติ

การใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use)	ฤดูใบไม้ผลิ (Spring)	ฤดูร้อน (Summer)	ฤดูใบไม้ร่วง (Autumn)	ฤดูหนาว (Winter)
แหล่งน้ำธรรมชาติและน้ำทะเล (Fresh water and sea)	0.1	0.1	0.1	1.5
ป่าไม้ผลัดใบ (Deciduous forest)	0.7	0.3	1.0	1.5
ป่าสน (Coniferous forest)	0.7	0.3	0.8	1.5
หนองน้ำ, บึง (Swamp)	0.1	0.1	0.1	1.5
พื้นที่หลังการเก็บเกี่ยว (Cultivated land)	0.3	0.5	0.7	1.5
ทุ่งหญ้า (Grassland)	0.4	0.8	1.0	1.5
พื้นที่เขตเมือง (Urban)	1.0	2.0	2.0	1.5
พื้นที่ทะเลทราย (Desert shrubland)	3.0	4.0	6.0	6.0

ที่มา : วราวุธ เสือดี (2551ข) อ้างจาก United State Environmental Protection Agency (1998)

1.3.3 Surface roughness length เป็นความสูงที่ความเร็วลมเฉลี่ยในแนวระดับเป็น 0 มีค่าอยู่ในช่วงน้อยกว่า 0.001 เมตร เหนือผิวน้ำที่สงบถึง 1 เมตร หรือมากกว่าที่เหนือพื้นที่ป่าหรือพื้นที่เขตเมือง ดังแสดงในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7

ค่า Surface Roughness Length (เมตร) แบ่งตามลักษณะ

การใช้ประโยชน์ที่ดินและฤดูกาล

การใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use)	ฤดูใบไม้ผลิ (Spring)	ฤดูร้อน (Summer)	ฤดูใบไม้ร่วง (Autumn)	ฤดูหนาว (Winter)
แหล่งน้ำธรรมชาติและน้ำทะเล (Fresh water and sea)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
ป่าไม้ผลัดใบ (Deciduous forest)	1.00	1.30	0.80	0.50
ป่าสน (Coniferous forest)	1.30	1.30	1.30	1.30
หนองน้ำ, บึง (Swamp)	2.00	0.20	0.20	0.05
พื้นที่หลังการเก็บเกี่ยว (Cultivated land)	0.03	0.20	0.05	0.01
ทุ่งหญ้า (Grassland)	0.05	0.10	0.01	0.001
พื้นที่เขตเมือง (Urban)	1.00	1.00	1.00	1.00
พื้นที่ทะเลทราย (Desert shrubland)	0.30	0.30	0.30	0.15

ที่มา : วราวุธ เสือดี (2551ข) อ้างจาก United State Environmental Protection Agency (1998)

จากตารางที่ 2.5-2.7 ค่า Albedo ค่า Bowen ratio และค่า Surface roughness length เป็นค่าที่เปลี่ยนแปลงตามละติจูดและวงจรของการเพาะปลูกใน 1 ปี โดย ฤดูใบไม้ผลิ (Spring) หมายถึง ช่วงที่เริ่มมีการเพาะปลูก ซึ่งอาจอนุโลมได้ว่าเป็นช่วง 1-2 เดือน หลังจากน้ำแข็งละลายเนื่องจากฤดูหนาว ฤดูร้อน (Summer) หมายถึง ช่วงที่การเพาะปลูกมีความอุดมสมบูรณ์ พื้นที่เป็นสีเขียวชะอุ่ม ฤดูใบไม้ร่วง (Autumn) หมายถึง ช่วงที่เป็นสภาวะมีน้ำแข็งสลับกับน้ำแข็งละลาย ต้นไม้สลัดใบจนเหลือน้อย พื้นดินว่างเปล่าหลังการเก็บเกี่ยว หญ้าเป็นสีเทาและไม่มีหิมะ และฤดูหนาว (Winter) หมายถึง ช่วงที่มีหิมะปกคลุมพื้นดิน และอุณหภูมิต่ำกว่าจุด เยือกแข็ง

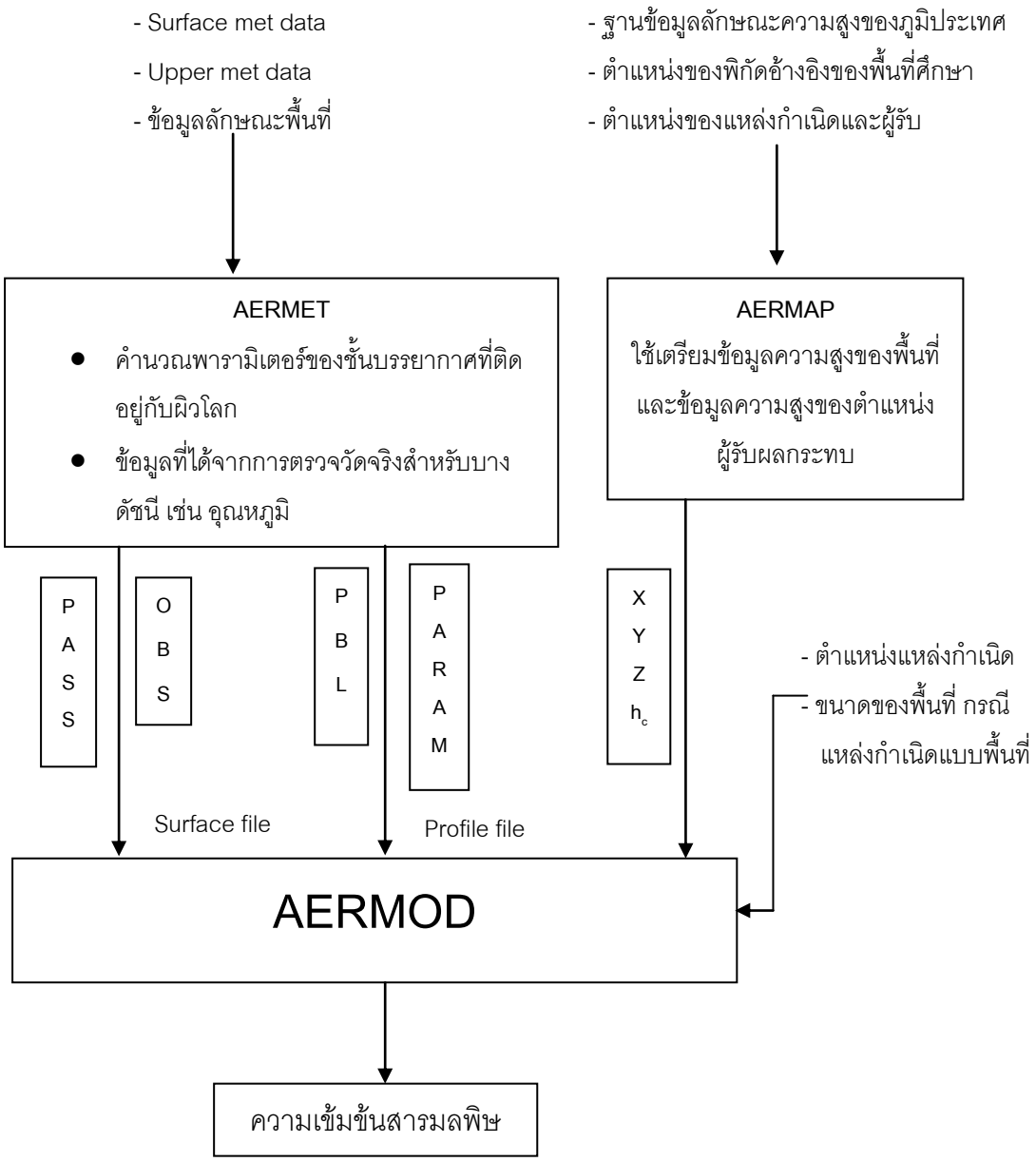
2. ข้อมูลนำเข้าโปรแกรมย่อย AERMAP ประกอบด้วย พิกัดอ้างอิงของพื้นที่ตำแหน่งที่ต้องการคำนวณความเข้มข้นสารมลพิษ (Receptors) ตำแหน่งของแหล่งกำเนิด

3. ข้อมูลแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ ประกอบด้วย พิกัดแหล่งกำเนิด (UTM) อัตราการปล่อยสารมลพิษทางอากาศ (กรัมต่อวินาทีตารางเมตร) ความกว้างและความยาวของแหล่งกำเนิด (เมตร)

จากภาพที่ 2.3 เป็นโครงสร้างการทำงานของแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ซึ่งต้องการข้อมูลนำเข้าแบบจำลองคุณภาพ คือ ข้อมูลนำเข้าโปรแกรมย่อย AERMET ประกอบด้วย ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาผิวพื้น (Surface met data) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาชั้นบน (Upper met data) ข้อมูลลักษณะพื้นที่ โดยโปรแกรมย่อย AERMET มีหน้าที่ในการเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา และคำนวณดัชนีสำหรับพารามิเตอร์ของชั้นบรรยากาศที่ติดกับผิวโลก ในรูปของ Surface file และ Profile file ที่แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ต้องการ ส่วนโปรแกรมย่อย AERMAP ต้องการข้อมูลนำเข้า ได้แก่ ฐานข้อมูลลักษณะความสูงของภูมิประเทศ ตำแหน่งพิกัดอ้างอิงของพื้นที่ศึกษา และตำแหน่งของแหล่งกำเนิดและตำแหน่งของผู้รับผลกระทบ สำหรับใช้ในการเตรียมความสูงของภูมิประเทศ ณ จุดต่าง ๆ ของพื้นที่ศึกษา และข้อมูลแหล่งกำเนิด ต้องการข้อมูลนำเข้า ได้แก่ ตำแหน่งแหล่งกำเนิด ขนาดแหล่งกำเนิดในกรณีแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ สามารถสรุปโครงสร้างการทำงาน ดังแสดงในภาพที่ 2.3

ภาพที่ 2.3

โครงสร้างการทำงานของแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD



แบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่อง

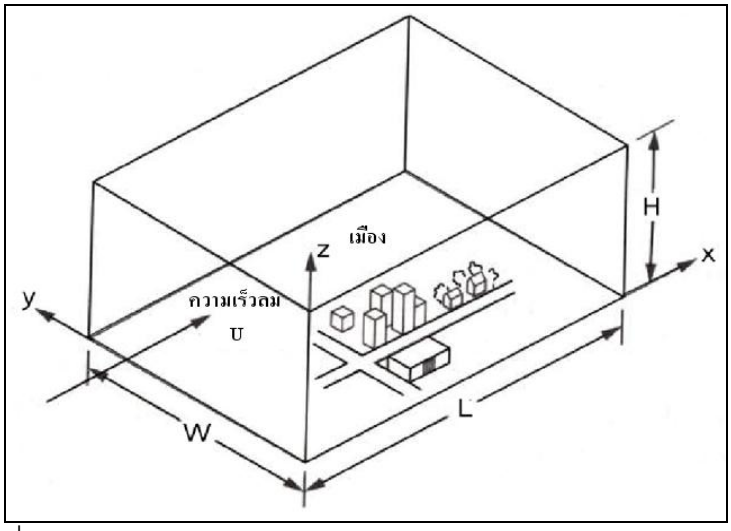
ศิวพันธุ์ ชูอินทร์ (2544) กล่าวว่า แบบจำลองแบบกล่อง (Simple Box Model) เป็นแบบจำลองที่ไม่ได้อาศัยพื้นฐานของแบบจำลองเกาส์เซียน เหมาะสำหรับการศึกษาในกรณีที่แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศเป็นแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ หรือแบบเคลื่อนที่ และผู้รับสารมลพิษทางอากาศอยู่ในบริเวณเดียวกัน การใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่องจะง่ายกว่าการใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศที่อาศัยพื้นฐานของแบบจำลองเกาส์เซียน เพราะใช้ข้อมูลน้อยกว่า และไม่มีความซับซ้อน พื้นฐานของแบบจำลองแบบกล่องจะสมมติให้ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา (ความเร็วลม) มีค่าคงที่ และเท่ากันตลอด การกระจายของสารมลพิษทางอากาศเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ และมีค่าเท่ากันตลอด ในโครงสร้างแบบกล่อง หรือขอบเขตกล่องที่มีการศึกษา แสดงดังภาพที่ 2.4

วราวุธ เสือดี (2552) กล่าวว่า แบบจำลองแบบกล่องเป็นแบบจำลองคุณภาพอากาศอย่างง่ายโดยมีหลักการดังนี้

อัตราการสะสมของมวลสาร = อัตราการป้อนเข้าระบบของมวลสาร – อัตราการไหลออกนอกระบบของมวลสาร + อัตราการเกิดของมวลสารในระบบ – อัตราการถูกทำลายของมวลสารในระบบ

ภาพที่ 2.4

แบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่อง (Simple Box Model)



ที่มา: วราวุธ เสือดี, 2552

แบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่อง (Simple Box Model) มีรูปแบบสมการสำหรับคำนวณความเข้มข้นสารมลพิษใน Box ดังสมการที่ 2.2

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

เมื่อ C คือ ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก จากแบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่อง หน่วยเป็น ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu g/m^3$)

b คือ ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กจากที่มีอยู่เดิม หน่วยเป็น ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu g/m^3$)

q คือ อัตราการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการเผาในที่โล่ง หน่วยเป็น กรัมต่อวินาที (g/s)

u คือ ความเร็วลมเฉลี่ย หน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)

H คือ ความสูงของชั้นบรรยากาศ หน่วยเป็น เมตร (m)

W คือ ความกว้างของเมือง หน่วยเป็น เมตร (m)

จากภาพที่ 2.5 แสดงกราฟอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงตามความสูงสำหรับการหาค่าความสูงของชั้นบรรยากาศโดยใช้วิธีการของ Holzworths ซึ่งสามารถหาได้โดย

1. รวบรวมข้อมูลอุณหภูมิตามระดับความสูงที่ได้จากการตรวจวัดของ Rawinsonde ในเขตพื้นที่ศึกษา

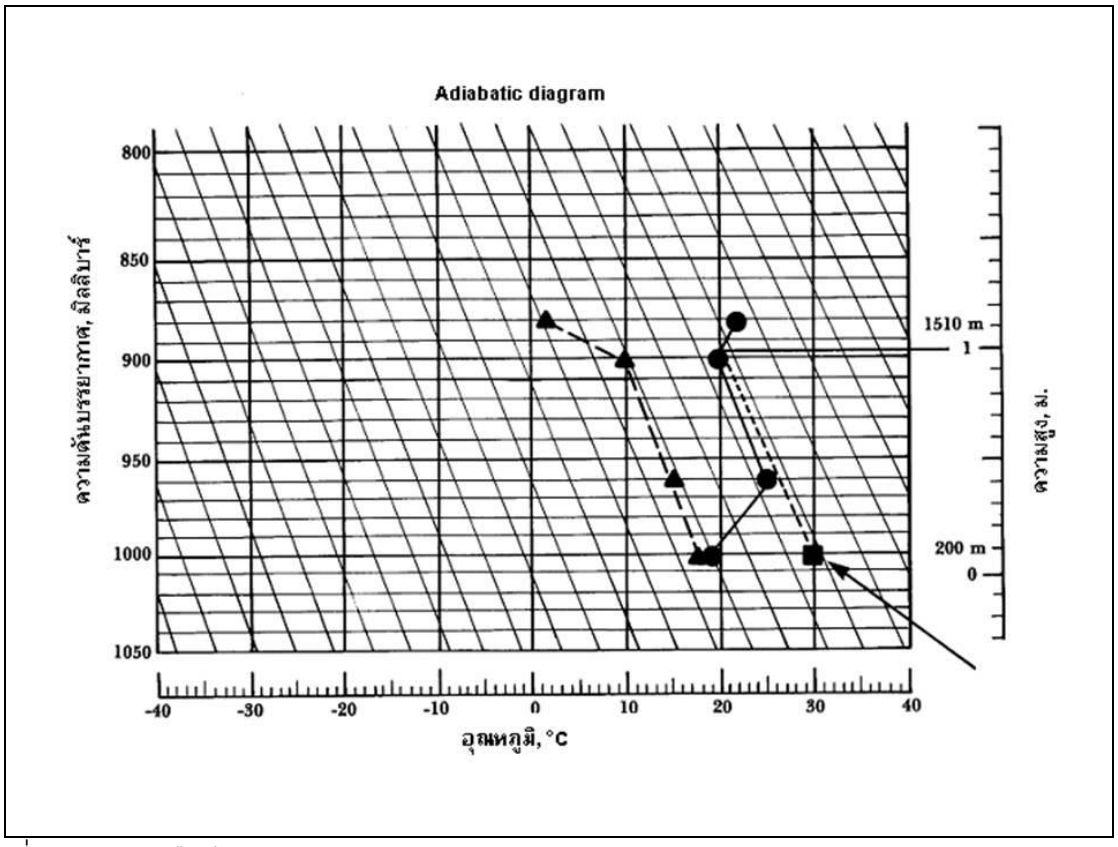
2. ลากเส้นข้อมูลอุณหภูมิตามระดับความสูงในแต่ละวันลงบนแผ่น Pseudo adiabatic chart ถ้ามีข้อมูลสองชุดให้ทำทั้งสองชุดจะได้เส้น Lapse rate

3. หาอุณหภูมิสูงสุดในแต่ละวัน (จากแฟ้มข้อมูลรายชั่วโมง) กำหนดจุดลงบนกราฟของวันที่สอดคล้องกัน ณ ตำแหน่งความสูงที่ผิวพื้น ลากเส้นความชันเท่ากับ -0.01 องศาเซลเซียสต่อเมตร จนกระทั่งขึ้นไปตัดเส้นการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในบรรยากาศตามความสูง จากนั้นวัดความสูงตั้งแต่ผิวพื้นไปจนถึงจุดตัดระยะดังกล่าวคือ ความสูงชั้นผสมในตอนบ่ายวันนั้น

4. หาอุณหภูมิต่ำสุดในแต่ละวัน แล้วบวกด้วย 5 องศาเซลเซียส กำหนดจุดลงบนกราฟ ณ ตำแหน่งความสูงที่ผิวพื้น ลากเส้นความชันเท่ากับ -0.01 องศาเซลเซียสต่อเมตร จนกระทั่งขึ้นไปตัดเส้นการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในบรรยากาศตามความสูง จากนั้นวัดความสูงตั้งแต่ผิวพื้นไปจนถึงจุดตัดระยะดังกล่าวคือ ความสูงชั้นผสมในตอนเช้าวันนั้น

ภาพที่ 2.5

Pseudo adiabatic chart



ที่มา: วราวุธ เสือดี (2551ก)

การคำนวณอัตราการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) จากการเผาในที่โล่ง ของแบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่อง ในกรณีคำนึงถึงทิศทางลม และกรณีไม่คำนึงถึงทิศทางลมจะแตกต่างกันดังนี้

1. กรณีคำนึงถึงทิศทางลม

การเลือกพื้นที่การเผา (Sources) หรือจุด Hotspots ในกรณีคำนึงถึงทิศทางลมจะเลือกเฉพาะพื้นที่การเผาที่อยู่เหนือลมของผู้รับผลกระทบ (Receptor) โดยเลือกทิศทางลมจากผังลมที่เกิดขึ้นบ่อยในวันนั้น ๆ มาเลือกแหล่งกำเนิด (จุด Hotspots) ที่อยู่เหนือลมของจุดผู้รับผลกระทบมาคำนวณอัตราการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก จากการเผาในที่โล่งได้

2. กรณีไม่คำนึงถึงทิศทางลม

สำหรับกรณีไม่คำนึงถึงทิศทางลมจะใช้ข้อมูลพื้นที่การเผาในที่โล่งหรือจุด Hotspots ที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ศึกษาทุกแหล่งกำเนิด มาคำนวณอัตราการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก จากการเผาในที่โล่ง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Schuler (2004) ศึกษาผลของ PVMRM (Plume Volume Molar Ratio Method) และ OLM (Ozone Limiting Method) ซึ่งทำหน้าที่ใช้ในการแปลงไนโตรเจนออกไซด์เป็นไนโตรเจนไดออกไซด์ ในแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ซึ่ง PVMRM ถูกพัฒนาใช้มาจากแบบจำลองคุณภาพอากาศ ISCST3 มาก่อน พบว่า ผลการทำนายแหล่งกำเนิดมลพิษแหล่งเดียวให้ประสิทธิภาพดีกว่าแหล่งกำเนิดที่มาจากหลายแหล่ง โดยค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของไนโตรเจนไดออกไซด์ต่อไนโตรเจนออกไซด์ของ PVMRM ให้ผลต่ำกว่า OLM

Schuler (2005) การศึกษาความสามารถในการทำนายอัตราส่วนของไนโตรเจนไดออกไซด์ต่อไนโตรเจนออกไซด์ของ PVMRM (Plume Volume Molar Ratio Method) ในแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD กับอัตราส่วนของไนโตรเจนไดออกไซด์ต่อไนโตรเจนออกไซด์ที่ได้จากการตรวจวัดจริง ณ สถานที่และเวลาเดียวกัน พบว่า ในแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีอื่นในการทำนายอัตราส่วนของไนโตรเจนไดออกไซด์ต่อไนโตรเจนออกไซด์ โดยมีค่าความแตกต่างน้อยกว่า 2%

Tipayarom and Oanh (2007) ศึกษาผลกระทบจากการเผาฟางข้าวที่ทำให้คุณภาพอากาศกระจายสู่จังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนจุด Hotspots และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก พบว่า จำนวนจุด Hotspots ให้ผลการศึกษาที่ให้ความสัมพันธ์กับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก ในทิศทางเดียวกัน คือ 77% และพบว่าค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กจะมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน และพบว่าลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือทำให้หมอกควันจากการเผาฟางข้าวในจังหวัดปทุมธานีแพร่กระจายเข้าสู่จังหวัดกรุงเทพมหานคร ในช่วงเวลาดังกล่าว

Gadde, Bonnet, Menke and Garivait (2009) ศึกษาการแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศจากการเผาฟางข้าวในประเทศอินเดีย ประเทศไทย และประเทศฟิลิปปินส์ โดยการคำนวณหาค่าอัตราการปล่อยสารมลพิษ ซึ่งสามารถคำนวณอัตราการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กจาก

การเผาฟางข้าว โดยมีค่า Emission factor เท่ากับ 3.70 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้งของ ชีวมวลเชื้อเพลิง ค่า Combustion factor เท่ากับ 0.8 พบว่า ประเทศอินเดียมีอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก เท่ากับ 41,189 เมกกะกรัมต่อปี ประเทศไทยมีอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็กเท่ากับ 30,935 เมกกะกรัมต่อปี และประเทศฟิลิปปินส์มีอัตราการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็กเท่ากับ 30,031 เมกกะกรัมต่อปี

He, Lu and Xue (2009) ศึกษาการทำนายฝุ่นละอองขนาดเล็ก บริเวณสี่แยกไฟแดงในเมือง Mong Kok ประเทศฮ่องกง โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ได้จากการตรวจวัดจริงและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ได้จากการคำนวณโดยใช้แบบจำลองแบบกล่อง ซึ่งจะเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาเช้าและช่วงเวลาบ่าย พบว่า การทำนายฝุ่นละอองขนาดเล็กจากแบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่องในตอนเช้ามีค่าใกล้เคียงกับค่าการตรวจวัดจริง 86% ส่วนการทำนายฝุ่นละอองขนาดเล็กจากแบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่องในตอนบ่ายมีค่าใกล้เคียงกับค่าการตรวจวัดจริง 73%

Amnauylawjarurn, Kreasuwun, Towta and Siriwitayakorn (2010) การศึกษาการแพร่กระจายของฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการเผาป่าของจังหวัดเชียงใหม่ในประเทศไทย ซึ่งทำการศึกษา ระหว่างวันที่ 9-13 มีนาคม ในปี พ.ศ. 2550 และ พ.ศ. 2551 โดยใช้โปรแกรม CALPUFF ในการทำนายการแพร่กระจายของฝุ่นละอองขนาดเล็ก พบว่า โปรแกรม CALPUFF ทำนายความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก ระหว่างวันที่ 9-13 มีนาคม พ.ศ. 2550 ได้ 161-401 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และระหว่างวันที่ 9-13 มีนาคม พ.ศ. 2551 ทำนายได้ 32-80 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กนี้มีผลกระทบกับพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดขึ้นนี้จัดว่าเป็นมลพิษทางอากาศ

วราวุธ เสือดี (2552) ได้ศึกษาและคัดเลือกแบบจำลองคุณภาพอากาศอย่างง่ายที่เหมาะสมในการนำไปใช้เพื่อการจัดการให้คุณภาพอากาศในกรณีของฝุ่นละอองขนาดเล็ก อันเนื่องมากจากการเผาในที่โล่ง โดยใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่อง และ Open Burn/Open Detonation Dispersion Model (OBODM) โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการเผาในที่โล่งที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพอากาศและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ได้จากการตรวจวัดจริง โดยทำการศึกษาในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งใช้ข้อมูล Emission factor จากฐานข้อมูล AP-42 ผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองคุณภาพอากาศ OBODEM ให้ผลการศึกษาที่ให้ความสัมพันธ์กับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กในทิศทาง

ตรงข้าม ส่วนแบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่อง ให้ผลการศึกษาที่ให้ความสัมพันธ์กับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กในทิศทางเดียวกันและอธิบายได้ดีที่สุด คือประมาณ 22%