รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการสำรวจปริมาณฝุ่นในอากาศภายในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน

โดย

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มีนาคม 2550

สัญญาเลขที่ RDG4830010

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการสำรวจปริมาณฝุ่นในอากาศภายในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. รศ.ดร.ขจรศักดิ์ โสภาจารีย์	ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์
2. ผศ.ดร.เพชร เพ็งชัย	ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

(Executive Summary)

1. ที่มาและวัตถุประสงค์ของโครงการ

ฝุ่นละอองในอากาศเป็นปัญหามลพิษที่สำคัญปัญหาหนึ่งซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม รายงานหลายฉบับได้สรุปว่าปริมาณฝุ่นในอากาศมีความสัมพันธ์กับอัตราการตายรวมทั้งการเจ็บป่วยของมนุษย์ด้วยโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ (Abbey, D.E และคณะ, Brunekreef, B. และคณะ, Dockery, D.W. และคณะ, Pope III, C.A. และคณะ, Englert, N, และอรุบล โชติพงค์) กล่าวกันว่าฝุ่นที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพนั้นแบ่งได้เป็นสามขนาดคือฝุ่นละเอียด (Fine particle) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตามพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของฝุ่นในกระแสอากาศ (Aerodynamic Diameter) เล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) และฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 10 ไมครอน(PM10) และฝุ่นหยาบ (Coarse particle) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจาก 10 ถึง 2.5ไมครอน(PM10-2.5)

ในหลายปีที่ผ่านมา พื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ประสบปัญหาทางด้านคุณภาพอากาศ โดยมีรายงานยืนยันว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศมีค่าสูงเกินมาตรฐานในฤดูหนาวอันอาจมีสาเหตุมาจากการเผาใบไม้และการจราจรที่เพิ่มมากขึ้นทุกวัน ผลการศึกษาของ อุษณีย์ วินิจเขต คำนวณ และคณะพบว่าช่วงปี 2541-2542 ปริมาณ PM10 และ PM2.5 รายวันมีค่าอยู่ในช่วง 15.39-138.31 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร และ 27.29-173.40 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับซึ่งมีค่าสูงในช่วงเดือนธันวาคม 2541 ถึง เมษายน 2542 โดยค่าเฉลี่ยรายวันของ PM2.5 จะมีค่าสูงกว่ามาตรฐานPM 2.5 ของ USEPA 3-6 เท่า รายงานดังกล่าวยังระบุว่าค่า PM2.5 รายวันในฤดูหนาวมีค่าสูงซึ่งอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ ในขณะเดียวกันก็มีรายงานว่าประชากรในจังหวัดเชียงใหม่มีอัตราการตายด้วยโรคมะเร็งปอดสูงที่สุดในประเทศ โดยผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดมีจำนวนมากจัดเป็นอันดับหนึ่งของผู้ป่วยมะเร็งทุกชนิดในรอบ 5 ปีระหว่างปี พ.ศ. 2534-2538 (Martin และคณะ, อรทัย คุณประดิษฐ์ และคณะ) นอกจากนี้พบว่าในปี 2537 ผู้คนที่อาศัยในจังหวัดเชียงใหม่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจถึง 33% และเพิ่มขึ้นเป็น 45% ในปี 2542 (city life,Chiangmai) เฉลิม ลิ่วศรีสกุล และคณะได้ทำการวิจัยปัญหามลพิษอากาศต่อการทำงานของปอด:การศึกษาในตำรวจจราจรในเมืองเชียงใหม่ พบว่าตำรวจจราจรซึ่งมีโอกาสสัมผัสกับมลพิษทางอากาศในรูปของฝุ่นธาตุมากที่สุดนั้น มีความผิดปกติทั้งในด้านอาการของโรคระบบทางเดินหายใจและความผิดปกติของสมรรถภาพปอด การตรวจพบฝุ่นธาตุบนหน้ากากของตำรวจจราจรเป็นสิ่งที่ยืนยันว่ามีการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สัมผัสกับฝุ่นธาตุจริง ทั้งนี้อาการทางระบบทางเดินหายใจที่พบได้บ่อยที่สุดในตำรวจจราจรคืออาการไอ

โครงการวิจัยนี้ได้ดำเนินการเพื่อนำเสนอข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหามลพิษดังกล่าวข้างต้นของจังหวัดเชียงใหม่รวมไปถึงจังหวัดข้างเคียงคือจังหวัดลำพูน ข้อมูลดังกล่าวแบ่งออกได้เป็นสามด้านหลักดังต่อไปนี้ ก) ข้อมูลแยกฤดูเกี่ยวกับปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ ในอากาศภายในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูนเพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานฝุ่นในอากาศ ข) ข้อมูลเกี่ยวกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ และการกระจายขนาดของฝุ่นในอากาศบริเวณพื้นที่ศึกษาภายในแต่ละ ค) ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดฝุ่นในอากาศซึ่งถือเป็นกุญแจสำคัญในการตัดสินใจวางแผนเพื่อป้องกันคุณภาพชีวิตมนุษย์และอนุรักษ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมจากปัญหาคุณภาพอากาศ

2. วิธีดำเนินการ

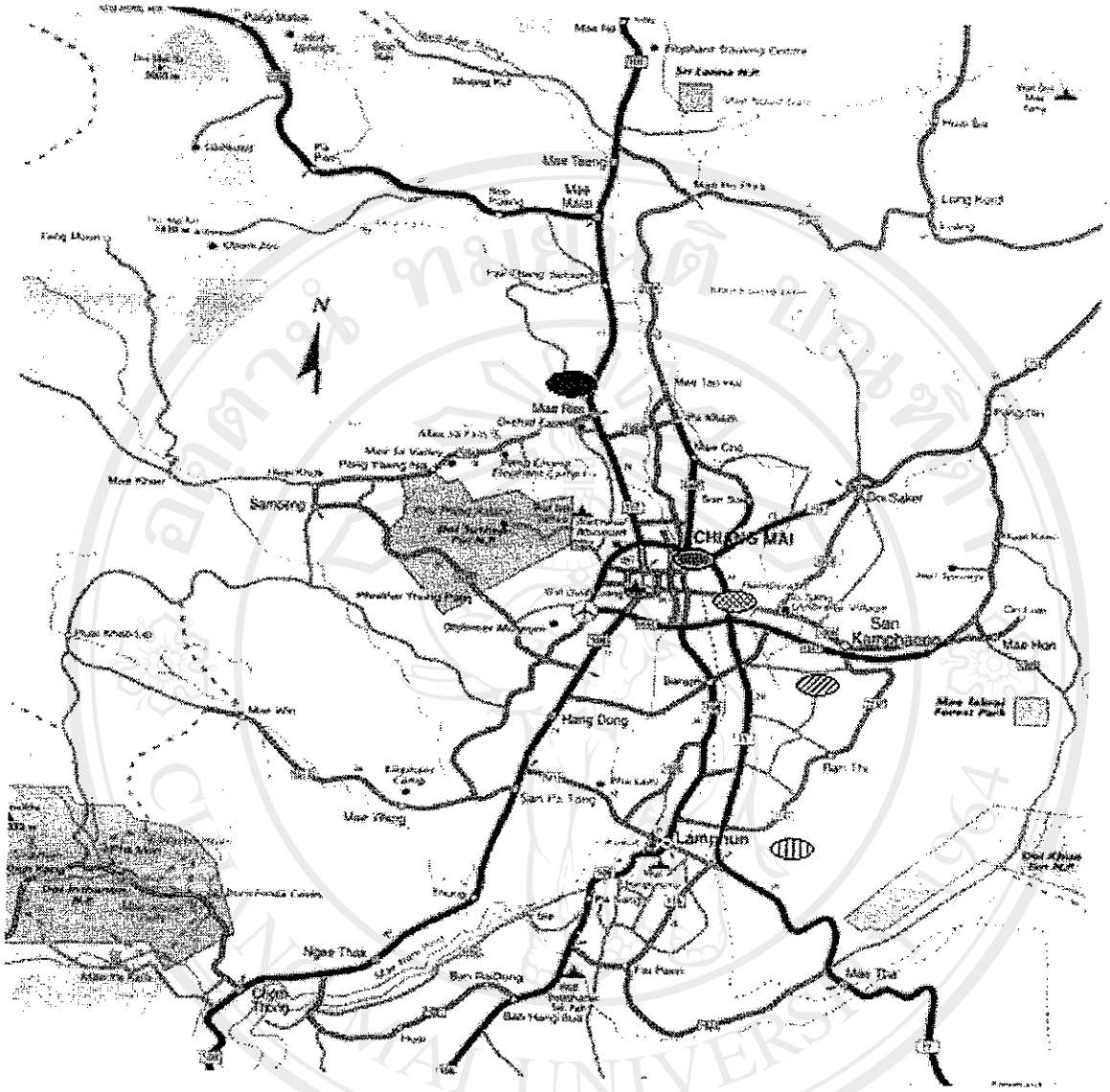
2.1 สถานีเก็บตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกสถานีเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นจำนวน 4 สถานี โดยรายละเอียดแสดงไว้ในรูปที่ 2.1-1 และตารางที่ 2.1-1

ตารางที่ 2.1-1 สถานีเก็บตัวอย่างอากาศในงานวิจัยครั้งนี้

สถานีเก็บตัวอย่าง	แนวโน้มด้านความเสี่ยงต่อผลกระทบทางสุขภาพ	ข้อมูลฝุ่นกิจกรรมหลักในพื้นที่
โรงพยาบาลเทศบาลฯ ตลาดวโรรส อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	มีรายงานว่าอนุภาคฝุ่นในอากาศมีความเป็นพิษตลอดทั้งปี (Vinitketkumnuen U., 2001-2002)	ย่านที่มีประชากรสัญจรหนาแน่นและประกอบการพาณิชย์ ในตัวเมืองเชียงใหม่
หน้าที่ว่าการอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่	มีรายงานว่าประชากรมีอัตราการเจ็บป่วยด้วยโรคทางเดินหายใจสูง (Vinitketkumnuen U., 2001-2002)	ย่านสถานที่ราชการและการจราจรหนาแน่นนอกตัวเมืองเชียงใหม่
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	ยังไม่มีข้อมูลด้านสุขภาพ	ย่านที่พักอาศัย สถานที่ราชการ และจราจรหนาแน่น ใจกลางเมืองของจังหวัดเชียงใหม่
ชุมชนไก่แก้ว อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน	ยังไม่มีข้อมูลด้านสุขภาพ	ย่านที่พักอาศัยและการจราจรเบาบาง ใจกลางเมืองของจังหวัดลำพูน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



จุดเก็บอากาศบริเวณโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่

จุดเก็บอากาศบริเวณโรงพยาบาลเทศบาล ตลาดวโรรส อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

จุดเก็บอากาศบริเวณหน้าที่ว่าการอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่

จุดเก็บอากาศบริเวณชุมชนไก่แก้ว จังหวัดลำพูน

จุดเก็บอากาศบริเวณ อ.แม่ริม

<u>รูปที่ 2.1-1</u> แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน

ทั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบปริมาณ PM10 ของสถานีเก็บตัวอย่างอากาศกับพื้นที่ทั่วไปที่ได้รับผลกระทบน้อย (Background) ได้กำหนดให้สถานีเก็บตัวอย่างอากาศที่แม่ริม ของกลุ่มวิจัยคณะแพทยศาสตร์เป็นพื้นที่ได้รับผลกระทบน้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 การเก็บตัวอย่างฝุ่น

ตัวอย่างฝุ่นที่ทำการศึกษาในโครงการนี้แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกคือ PM10 ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างพร้อมกันทั้ง 4 สถานีเก็บตัวอย่างด้วยความถี่ 3 วันครั้ง ครั้งละ 24 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องเก็บอากาศ High Volume PM10 Air Sampler (Wedding & Associates Inc, USA.) ดูดอากาศด้วยอัตราการไหลประมาณ 1,130 ลิตรต่อนาทีผ่าน Ouartz Fiber Filter กลุ่มที่สองคืออนุภาคฝุ่น 5 ขนาดในบรรยากาศซึ่งทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้เครื่อง High Volume cascade Impactor (Chemvol model 2400; Rupprecht & Patashnick Co., Inc.) ที่มีอัตราการดูดอากาศประมาณ 760±40 ลิตรต่อนาที เครื่อง High Volume cascade Impactor จะทำการดูดอากาศผ่านชั้น Polyurethane foam (PUF) ทั้งหมด 5 ชั้น อนุภาคฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า PM10 จะถูกแยกไปเก็บไว้ใน PUF ชั้นบนสุดก่อนและชั้นถัด ๆ มาจะมีอนุภาคระหว่างขนาด 2.5-10 ไมครอน (PM 2.5-10) 1.0-2.5 ไมครอน (PM1.0-2.5) 0.5-1.0 ไมครอน (PM0.5-1.0) และ 0.1-0.5 ไมครอน (PM 0.1-0.5) แยกอยู่ตามลำดับ ในการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น 5 ขนาดนี้จะทำด้วยความถี่ 3 วันครั้ง ครั้งละ1 สถานีเก็บตัวอย่าง ตัวอย่างละ 12-24 ชั่วโมง หมุนเวียนกันไปเรื่อย ๆ จนครบ 4 สถานีแล้วเว้นระยะไป 5 วัน ก่อนจะเริ่มเวียนมาเก็บที่สถานีเดิมอีกในวันที่ 6 ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลการกระจายของฝุ่นทุก 15 วัน ทั้งนี้โครงการได้ว่าจ้างเจ้าหน้าที่วิจัยภาคสนามมาประจำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างทุกสถานีเพื่อคอยรับผิดชอบเก็บตัวอย่าง PM10 ไว้ใน Quartz Fiber Filter ทุกๆ 3 วัน และเก็บตัวอย่างฝุ่น 5 ขนาดไว้ใน PUF ทุก ๆ 15 วัน Quartz Fiber Filter และ PUF ที่เก็บได้จะถูกนำมาชั่งโดยเครื่องชั่ง 5 ตำแหน่งของ Mettler Toledo (U.S.A.) AG285 ซึ่งถูกครอบไว้ด้วยตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของ Dessicator Cabinet DE-300 สำหรับคุณสมบัติของ Quartz Fiber Filter และ PUF ที่โครงการเลือกใช้นั้นได้สรุปไว้ในตารางที่ 2.2-1

ความเข้มข้นของ PM10 และความเข้มข้นของฝุ่น 5 ขนาดนั้นคำนวณจากการนำผลต่างของน้ำหนัก filter ก่อนเก็บอนุภาคฝุ่นรวมและหลังเก็บอนุภาคฝุ่นรวม (หน่วยเป็นกรัม) มาหารด้วยปริมาตรอากาศทั้งหมดที่เครื่องเก็บอากาศดูดผ่าน Quartz Fiber Filter หรือ PUF (หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.2-1 แสดงคุณสมบัติวัสดุที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น

วัสดุที่เลือกใช้ในการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น	คุณสมบัติ
Quartz Fiber Filter	ความหนาแน่น 6.51 มก./ตร.ซม. สภาพค่อนข้างเป็นกลาง pH-7 ประสิทธิภาพในการกรองเก็บตัวอย่าง 98.5% เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ที่จะต้องนำ filter มาสกัด ทนต่อความกัดกร่อนของสภาพอากาศ และทนอุณหภูมิได้สูงสุดถึง 900 องศาเซลเซียส
Polyurethane foam (PUF)	- ความหนาแน่น 19-50 มก/ตร.ซม. มีพื้นที่ผิวมาก มีความพรุน 98% ถือว่าไม่มีการสูญเสียของอนุภาคฝุ่นในการกรองเก็บตัวอย่าง - สภาพเป็นกลาง และ ไม่ไวต่อปฏิกิริยาสามารถนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ทางเคมี ทางกายภาพ และทางพิษวิทยาได้ - มีความยืดหยุ่นสูง ทนต่อการฉีกขาด สามารถตัดหรือดัดแปลงรูปทรงได้ง่าย - ไม่จำเป็นต้องใช้น้ำมันในการเคลือบ filter เพื่อให้อนุภาคฝุ่นเกาะ จึงลดสิ่งรบกวนในการวิเคราะห์ได้ - สามารถเก็บตัวอย่างได้อย่างต่อเนื่องยาวนาน

2.3 การเก็บข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

มีการเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาจากสถานีตรวจวัดอากาศที่โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย ในการดูแลของกรมควบคุมมลพิษ สถานีตรวจอากาศที่สนามบินจังหวัดเชียงใหม่ในการดูแลของกรมการบินพาณิชย์ และสถานีตรวจอากาศที่จังหวัดลำพูนในการดูแลของกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานใช้ประกอบการพิจารณาช่วงเวลาที่ควรมีการเฝ้าระวังปัญหาปริมาณฝุ่นเกินมาตรฐานของจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ทำการเก็บ ได้แก่ ปริมาณฝน อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ทัศนวิสัย ความยาวนานของแสงแดด ความเร็วและทิศทางลม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ผลการศึกษา

3.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของทั้งสามสถานีตรวจวัดอากาศสรุปไว้ในตารางที่ 3.1-1 โครงการวิจัยนี้ได้แบ่งช่วงเวลาที่ใช้ในการศึกษาออกเป็น 4 ฤดู โดยอาศัยข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของทั้งสามสถานีตรวจวัดอากาศเป็นหลัก ฤดูฝน (Wet season) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2548 ถึงเดือน กันยายน 2548 และ มิถุนายน 2549 มีปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งสามสถานี 0.4 ± 1.05 มิลลิเมตร/วัน ฤดูแล้ง (Dry season) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2548 ถึง มีนาคม 2549 มีปริมาณฝนเฉลี่ย 0.007 ± 0.029 มิลลิเมตร/วัน ช่วงเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูหนาว (Transition - 1) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2548 ถึง พฤศจิกายน 2548 มีปริมาณฝนเฉลี่ย 0.085 ± 0.25 มิลลิเมตร/วัน ช่วงเปลี่ยนจากฤดูหนาวเป็นฤดูฝน (Transition – 2) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่เดือน เมษายน 2549 ถึง พฤษภาคม 2549 มีปริมาณฝนเฉลี่ย 0.13 ± 0.32 มิลลิเมตร/วัน

ตารางที่ 3.1-1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (ค่าเฉลี่ยรายวัน ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ฤดู	ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา	โรงเรียนยุพราช	สนามบินจังหวัดเชียงใหม่	จังหวัดลำพูน
ฝน	ปริมาณฝน (มิลลิเมตร/วัน)	0.40 ± 1.1	6.73 ± 10.4	1.79 ± 6.1
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27.8 ± 1.6	26.9 ±1.4	28.5 ± 5.8
	ความกดอากาศ (มิลลิเมตรปรอท)	729.5 ± 2.1	754.1 ±1.7	734.6 ± 1.6
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	69.3 ± 20.2	85.4 ± 5.7	78.2 ± 7.4
	ความยาวนานของแสงแดด (วัน)	-	0.26 ± 0.2	-
	ทัศนวิสัย (กม.)	-	10.8 ± 0.9	11.0 ±
	ทิศทางและความเร็วลม (เมตร/วินาที)	ทิศใต้ ความเร็ว 1.6-2.1	ทิศตะวันตกและทิศตะวันตกเฉียงใต้ ความเร็ว 1.6-5.1	-
Transition I	ปริมาณฝน (มิลลิเมตร/วัน)	0.41 ± 0.2	3.4 ± 9.4	0.02 ± 0.1
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	26.8 ± 1.4	25.2 ±1.4	26.2 ± 1.5
	ความกดอากาศ (มิลลิเมตรปรอท)	733.9 ± 1.3	758.5 ±1.4	738.8 ± 1.3
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	69.9 ± 5.7	83.8 ± 4.6	78.9 ± 2.7
	ความยาวนานของแสงแดด (วัน)	-	0.5 ± 0.2	-
	ทัศนวิสัย (กม.)	-	9.6 ± 1.3	6.6 ±

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

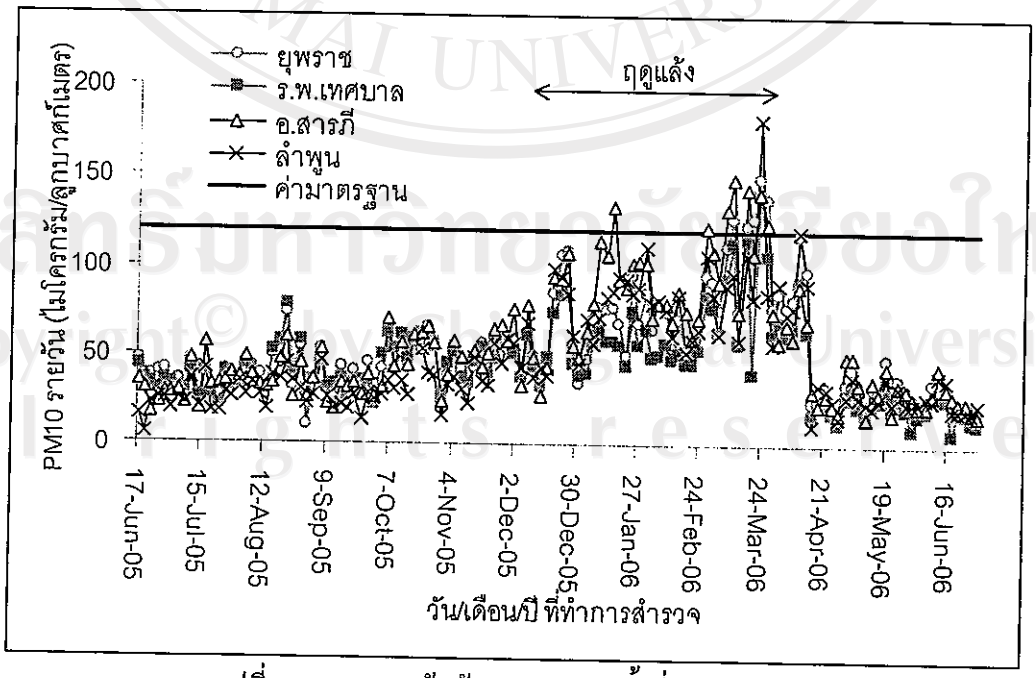
ตารางที่ 3.1-1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (ค่าเฉลี่ยรายวัน ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (ต่อ)

ฤดู	ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา	โรงเรียนยุพราช	สนามบินจังหวัดเชียงใหม่	จังหวัดลำพูน
Trans1	ทิศทางและความเร็วลม (เมตร/วินาที)	ทิศเหนือ ความเร็ว 1.5-2.1	ทิศตะวันตกและทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ความเร็ว 1.5-2.1	-
แล้ง	ปริมาณฝน (มิลลิเมตร/วัน)	0.40 ± 0.0	0.5 ± 2.2	0.1 ± 0.7
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	25.6 ± 3.1	23.9 ±3.2	24.4 ± 3.2
	ความกดอากาศ (มิลลิเมตรปรอท)	733.4 ± 1.8	758.4 ±2.2	738.2 ± 1.8
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	68.6 ± 10.6	69.3 ± 12.0	65.0 ± 11.0
	ความยาวนานของแสงแดด (วัน)	-	0.6 ± 0.2	-
	ทัศนวิสัย (กม.)	-	8.7 ± 1.5	4.0 ±
	ทิศทางและความเร็วลม (เมตร/วินาที)	ทิศเหนือ ความเร็ว 1.5-2.1	ไม่ชัดเจน แปรปรวน	-
rans2	ปริมาณฝน (มิลลิเมตร/วัน)	0.38 ± 0.3	6.9 ± 17.4	0.7 ± 1.2
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	28.7 ± 2.7	27.6 ± 2.6	28.1 ± 2.7
	ความกดอากาศ (มิลลิเมตรปรอท)	731.2 ± 1.2	755.5 ± 1.3	735.9 ± 1.1
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	68.1 ± 11.6	74.5 ± 12.3	70.9 ± 12.1
	ความยาวนานของแสงแดด (วัน)	-	0.5 ± 0.3	-
	ทัศนวิสัย (กม.)	-	10.3 ± 1.3	6.5±
	ทิศทางและความเร็วลม (เมตร/วินาที)	ทิศเหนือ และใต้ แปรปรวน ความเร็ว 1.5-5.1	ทิศตะวันตกและทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ความเร็ว 1.5-5.1	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 ความเข้มข้น PM10

ความเข้มข้น PM10 ของทั้งสี่สถานีตรวจวัดอากาศในโครงการแสดงไว้ในรูปที่ 3.2-1 พบว่าความเข้มข้น PM10 ของสถานีเก็บอากาศทั้งสี่สถานีมีค่าอยู่ระหว่าง 5 ถึง 182 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร โดยฤดูแล้งมีระดับ PM10 รายวันสูงกว่าฤดูอื่นๆ ซึ่งตารางที่ 3.2-1 แสดงให้เห็นได้ว่าทุกสถานีเก็บอากาศมีระดับ PM10 รายวันเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ (120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)ในฤดูแล้ง โดยเฉพาะที่อำเภอสารภีและโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยนั้นมีจำนวนวันที่ความเข้มข้น PM10 เกินค่ามาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 5.6 และ 4.0 ของจำนวนวันที่ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด ถือว่าเป็นบริเวณที่ประสบปัญหาคุณภาพอากาศรุนแรงกว่าสถานีเก็บอากาศโรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่และชุมชนไก่แก้วจังหวัด ลำพูน จากค่าเฉลี่ยความเข้มข้น PM_{10} รายวันตลอดระยะเวลาสำรวจสามารถเรียงลำดับบริเวณที่มีความเข้มข้นPM_{10} รายวันจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ อำเภอสารภี > โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย > ชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูน > โรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่ ทั้งนี้เมื่อนำข้อมูลระดับ PM10รายวันของโครงการนี้ไปเปรียบเทียบกับความเข้มข้น PM 10 ที่ตรวจวัดได้จากสถานีเก็บอากาศ อ.แม่ริม (background) ของกลุ่มวิจัยคณะแพทยศาสตร์ก็พบว่าผลเป็นไปตามความคาดหมาย กล่าวคือความเข้มข้น PM_{10} รายวันที่สถานีเก็บอากาศ อ.แม่ริม มีค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาโครงการเท่ากับ 30.98 ± 1.68 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ค่านี้ได้จากการปรับแก้โดยอาศัยสมการถดถอยที่ได้จากการเปรียบเทียบระดับความเข้มข้น PM_{10} ที่ตรวจวัดโดยเครื่องเก็บอากาศของทั้งสองโครงการ) ซึ่งถือว่ามีค่าน้อยกว่าสถานีเก็บอากาศทั้งสี่แห่งของโครงการนี้ (paired t-test, $t = 16.25\text{-}26.64$; $P<0.05$)



รูปที่ 3.2-1 ความเข้มข้น PM10 ของทั้งสี่สถานีตรวจวัดอากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.2-1 สรุปผลการตรวจวัดความเข้มข้น PM_{10}

สถานีเก็บอากาศตัวอย่าง	จำนวนวันที่ตรวจวัด PM_{10}	จำนวนวันที่เกินค่ามาตรฐาน PM_{10} ในบรรยากาศ		ร้อยละที่เกินค่ามาตรฐาน	ค่าเฉลี่ยระดับ PM_{10} รายวันตลอดโครงการ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
		ฤดูแล้ง	ฤดูอื่นๆ		
รร. ยุพราชวิทยาลัย	125	5	0	4.0	52.9 ± 27.3
รพ.เทศบาลนครเชียงใหม่	126	1	0	0.8	45.3 ± 23.1
อำเภอ สารภี	126	7	0	5.6	54.5 ± 31.5
ชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูน	126	1	0	0.8	46.5 ± 29.2

เมื่อนำความเข้มข้น PM_{10} รายวัน ในแต่ละสถานีเก็บอากาศตัวอย่างมาหาความสัมพันธ์โดยวิธี Pearson Correlation ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่า สถานีเก็บอากาศตัวอย่างทั้ง 3 สถานีของจังหวัดเชียงใหม่มีความสัมพันธ์กันทุกฤดู ($r=0.819-0.909$, $p<0.01$) สำหรับสถานีเก็บอากาศจังหวัดลำพูนนั้นพบว่าในฤดูฝนและช่วงเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูแล้งความเข้มข้น PM_{10} รายวันมีความสัมพันธ์กับสถานีเก็บอากาศตัวอย่างโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยและโรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่ในระดับปานกลาง ($r=0.528-0.624$, $p<0.01$) และมีความสัมพันธ์ระดับค่อนข้างสูง ($r=0.702-0.871$, $p<0.01$) กับสถานีเก็บอากาศตัวอย่างที่ว่าการอำเภอสารภี ส่วนในฤดูแล้งและช่วงเปลี่ยนจากฤดูแล้งเป็นฤดูฝนนั้นถือได้ว่าความเข้มข้น PM_{10} รายวันของสถานีเก็บอากาศจังหวัดลำพูนมีความสัมพันธ์ในระดับสูง ($r=0.900-0.988$, $p<0.01$) กับสถานีเก็บอากาศตัวอย่างทั้ง 3 จุดของจังหวัดเชียงใหม่ ผลข้างต้นชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้น PM_{10} รายวันภายในจังหวัดเชียงใหม่ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยเดียวกัน (แหล่งกำเนิด ลักษณะทางภูมิศาสตร์ ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ฯลฯ) ตลอดทั้งปี และปัจจัยดังกล่าวนี้ยังมีอิทธิพลต่อความเข้มข้น PM_{10} รายวันของจังหวัดลำพูนตั้งแต่เริ่มฤดูแล้งไปจนสิ้นสุดช่วงเปลี่ยนฤดูจากแล้งเป็นฝนอีกด้วย แสดงว่าการควบคุมคุณภาพอากาศของจังหวัดเชียงใหม่นั้นจำเป็นต้องทำทั้งจังหวัดไม่ควรมุ่งทำเพียงจุดใดจุดหนึ่งและควรขยายขอบเขตการพิจารณาไปยังจังหวัดข้างเคียงเช่นลำพูนด้วย กล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าการควบคุมคุณภาพอากาศของจังหวัดลำพูนให้ได้ผลนั้นก็จำเป็นต้องขยายขอบเขตการพิจารณาไปยังจังหวัดข้างเคียงเช่นเชียงใหม่ด้วยเช่นกัน

ผลการนำข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยามาหาความสัมพันธ์กับความเข้มข้น PM_{10} รายวันโดยวิธี Pearson Correlation ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แสดงไว้ในตารางที่ 3.2-2 จากตารางเห็นได้ว่าทัศนวิสัยและความชื้นสัมพัทธ์แปรผกผันกับความเข้มข้น PM_{10} รายวันโดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สูงสุดในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (r = -0.6 ถึง -0.7) ส่วนข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาชนิดอื่นนั้นถือว่ามีระดับความสัมพันธ์กับความเข้มข้น PM_{10} น้อยมาก (r = -0.1 ถึง -0.4) ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นความเป็นไปได้ของการใช้ทัศนวิสัยและความชื้นสัมพัทธ์ในการเฝ้าระวังความเข้มข้น PM_{10} ภายในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน

ตารางที่ 3.2-2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient : r) ระหว่างข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยากับความเข้มข้น PM_{10} รายวัน

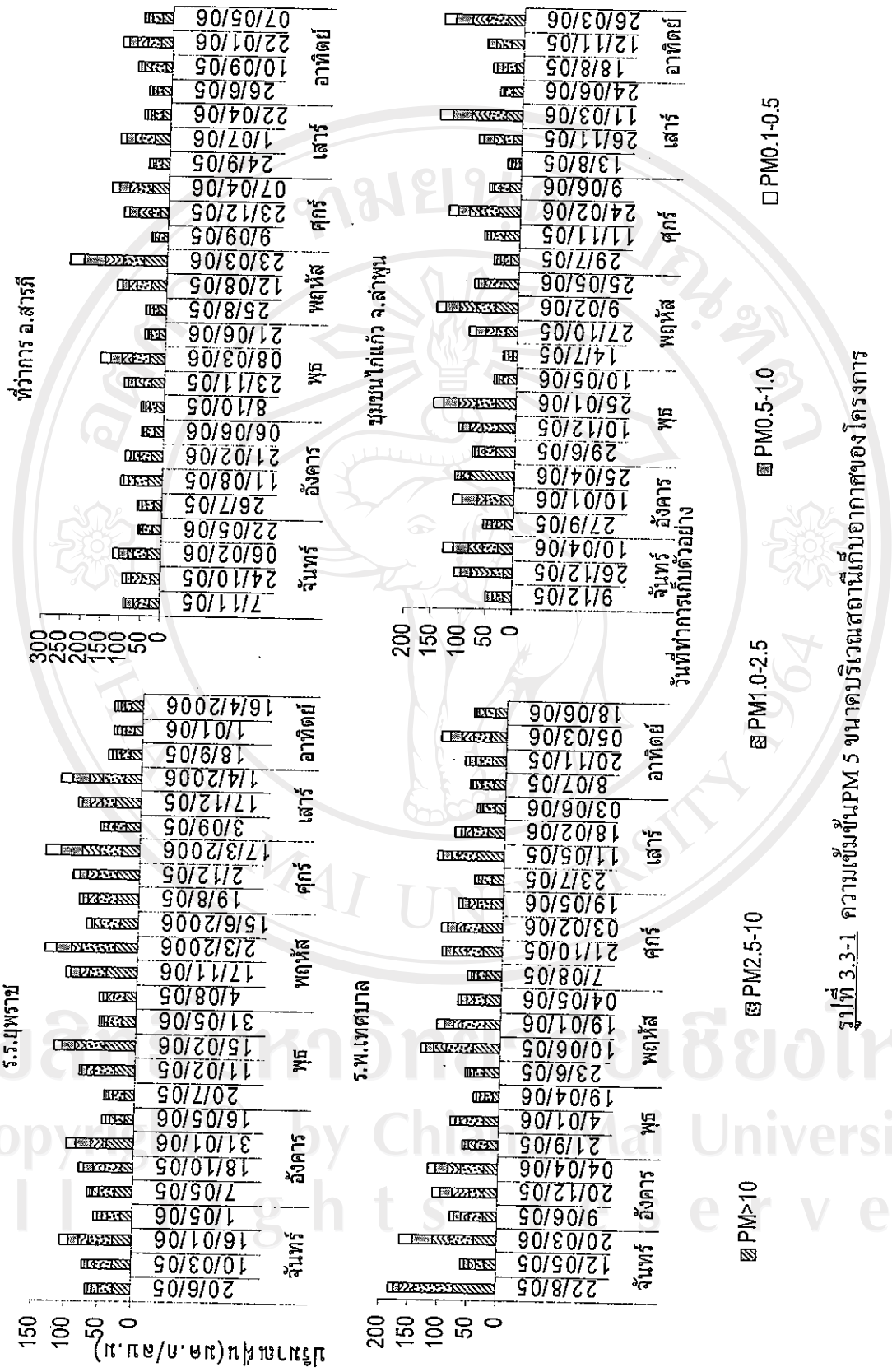
สถานีเก็บตัวอย่างอากาศ	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	ความชื้นสัมพัทธ์กับ PM_{10}	ทัศนวิสัยกับ PM_{10}	ฝนกับ PM_{10}	แสงแดดกับPM_{10}
รร. ยุพราชวิทยาลัย	การบินพาณิชย์เชียงใหม่	-0.679	-	-0.303	-
	กรมควบคุมมลพิษ	-0.436	-0.696	-0.193	+0.301
ร.พ.เทศบาล	การบินพาณิชย์เชียงใหม่	-0.532	-0.657	-0.291	+0.235
	กรมควบคุมมลพิษ	-0.365	-	-0.177	-
ชุมชนไก่แก้ว จ.ลำพูน	การบินพาณิชย์เชียงใหม่	-0.673	-0.635	-0.324	+0.393
	กรมควบคุมมลพิษ	-0.448	-	-0.230	-
	อุตุนิยมวิทยา จ.ลำพูน	-0.644	-0.685	-	-
ที่ว่าการ อ.สารภี	การบินพาณิชย์เชียงใหม่	-0.644	-0.644	-0.325	+0.432
	กรมควบคุมมลพิษ	-0.447	-0.644	-0.218	+0.432
	อุตุนิยมวิทยา จ.ลำพูน	-0.602	-0.661	-0.148	-

หมายเหตุ – หมายถึงทดสอบแล้วไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.3 การกระจายตัวของขนาดฝุ่น

จากข้อมูลความเข้มข้นPM 5 ขนาดที่วัดได้บริเวณสถานีเก็บอากาศของโครงการกล่าวได้ว่าความเข้มข้นPM แต่ละขนาดไม่มีแนวโน้มเด่นจำเพาะเฉพาะทั้งในรายวันและรายฤดูดังได้แสดงข้อมูลดิบไว้ในรูปที่ 3.3-1

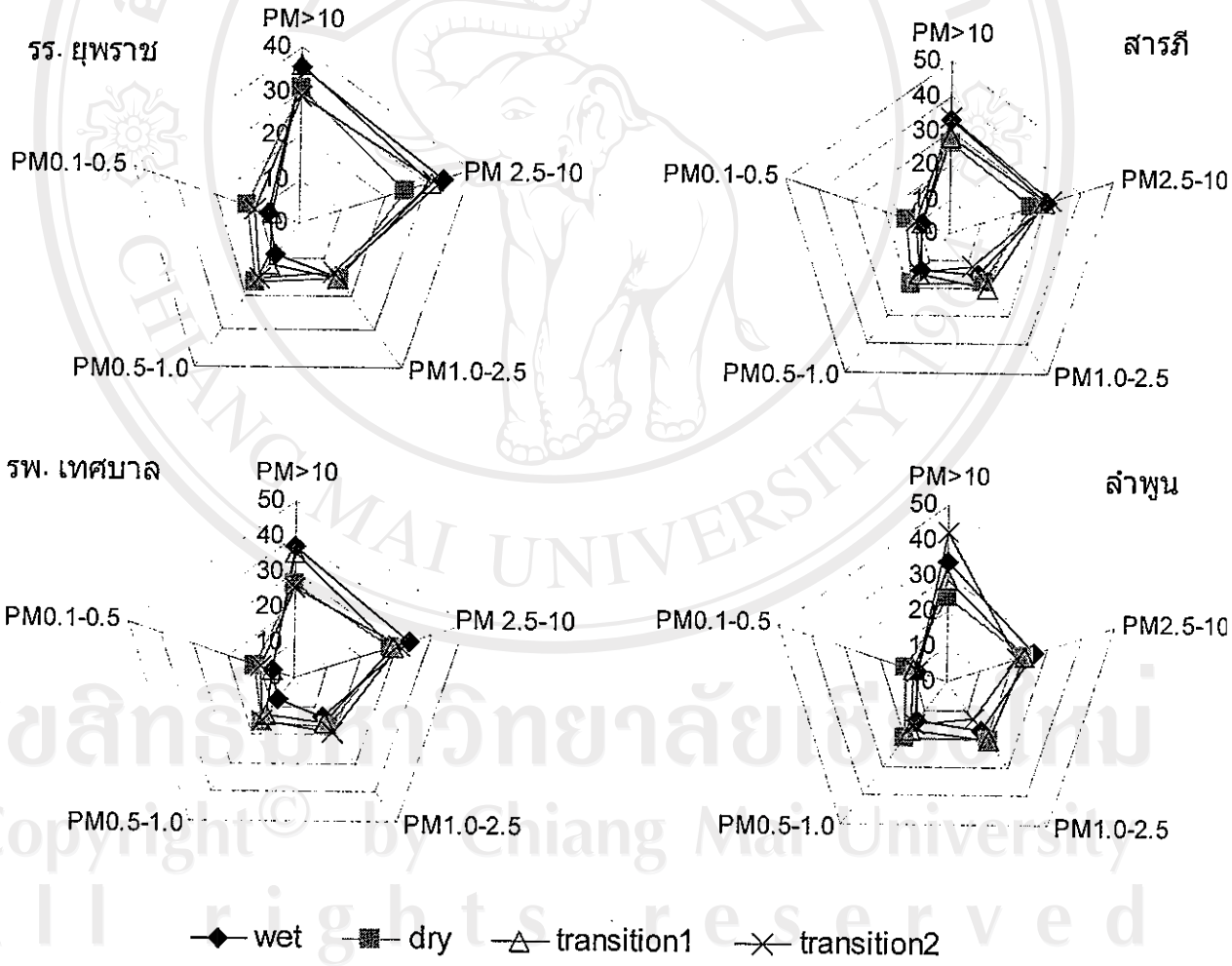
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3.3-1 ความเข้มข้นPM 5 ขนาดบริเวณสถานีเก็บอากาศของโครงการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

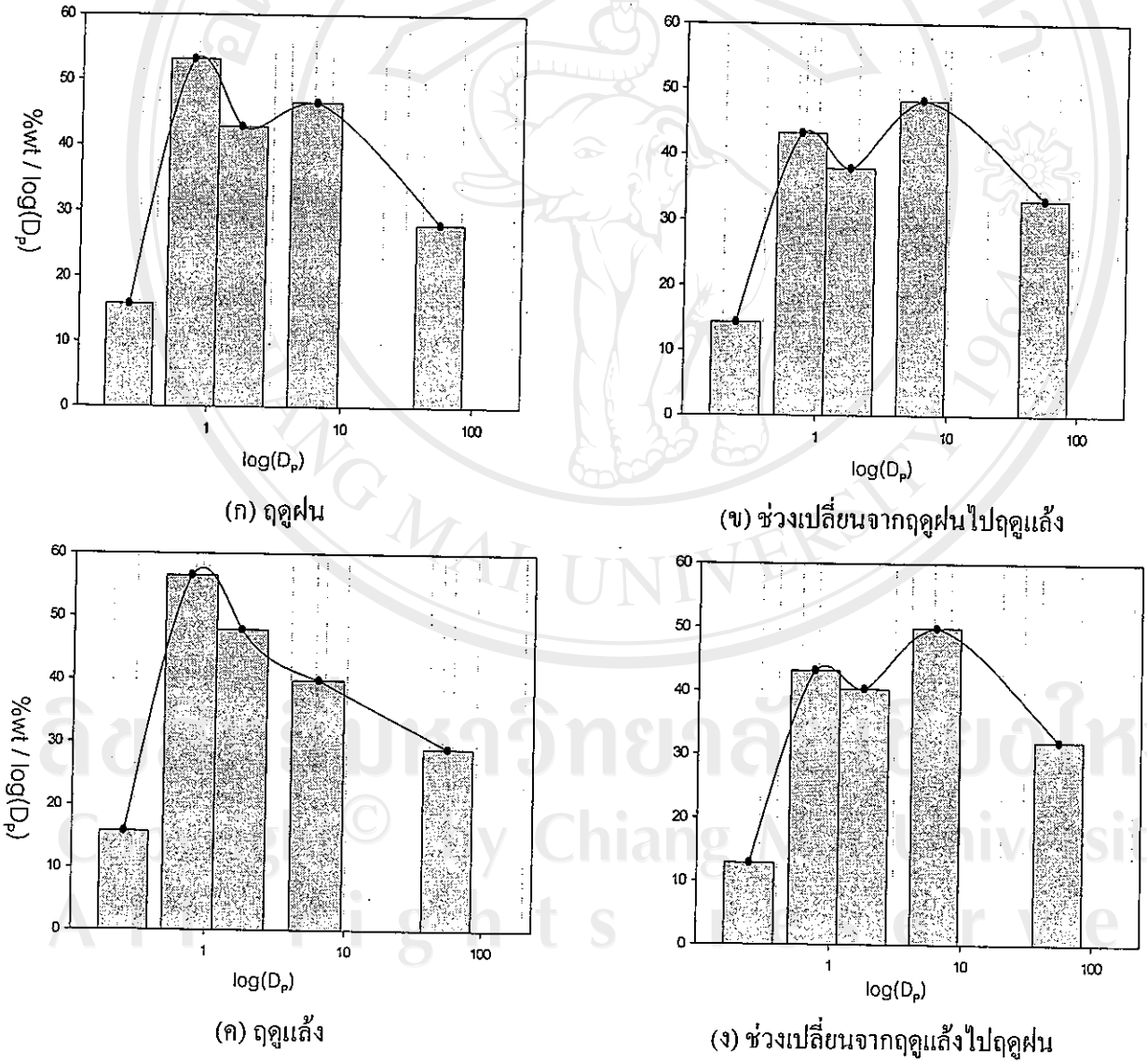
อย่างไรก็ตามในด้านสัดส่วน (%) ของความเข้มข้น PM แต่ละขนาดต่อความเข้มข้น PM รวม 5 ขนาดนั้นพบว่ามีลำดับที่คล้ายคลึงกันทุกฤดูกาลและทุกสถานีตรวจวัดดังนี้ PM >10 มีสัดส่วนเฉลี่ยมากที่สุด (24-42%) รองลงมาคือ PM 2.5-10 มีสัดส่วน 21-34% ลำดับถัดไปคือ PM1.0-2.5 มีสัดส่วน 13-20% และถัดไปเป็น PM 0.5-1.0(9-18%) และ PM0.1-0.5 (7-13%) ตามลำดับดังเห็นแนวโน้มได้จากรูปที่ 3.3-2 ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่ามีการฟุ้งกระจายของฝุ่นขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอนขึ้นสู่อากาศในปริมาณไม่น้อย ดังนั้นในการพิจารณามาตรการลดความเข้มข้นฝุ่นในอากาศ นอกเหนือจาก PM10 ที่กล่าวกันว่ามีขนาดเล็กพอที่จะทำให้เกิดผลกระทบทางลบต่อระบบทางเดินหายใจแล้ว ยังอาจต้องคำนึงถึงฝุ่นขนาดใหญ่กว่า PM10 บ้างด้วยเนื่องจากในบางฤดูกาลมีมวลในอากาศมากถึง 42% ของฝุ่นทั้งหมด



รูปที่ 3.3-2 ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนมวลPMแต่ละขนาดต่อมวล PM รวมทั้ง 5 ขนาด (%)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับการกระจายตัวของขนาดฝุ่นนั้นพบว่ามีรูปแบบที่น่าสนใจแยกตามฤดูได้ดังแสดงในรูปที่ 3.3-3 จากกราฟความสัมพันธ์ของ % wt/ log(Dp) กับ log(DP) พบว่ายกเว้นฤดูแล้ง ลักษณะการกระจายตัวของฝุ่นแต่ละขนาดในสามฤดูแบ่งได้เป็น 2 ช่วง(bimodal) โดยมีค่า % wt/ log(Dp) สูงที่ PM 0.5-1.0 ไมครอนและ PM 4.0-8.0 ไมครอน ซึ่งลักษณะการกระจายแบบ bimodal นี้มีความคล้ายคลึงกับที่พบบริเวณพื้นที่กรุงเทพมหานครในงานวิจัยของนเรศ (นเรศ และคณะ 2548) ส่วนในฤดูแล้งนั้นเป็นที่น่าสังเกตว่า PM 0.5-1.0 ไมครอนมีค่า % wt/ log(Dp) มากกว่าอนุภาคขนาดอื่นอย่างเห็นได้ชัด จากผลนี้คาดคะเนได้ว่าน่าจะมีแหล่งกำเนิดฝุ่นชนิดพิเศษที่เข้ามามีบทบาทในการเพิ่มจำนวนอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กในฤดูแล้ง



(ก) ฤดูฝน

(ข) ช่วงเปลี่ยนจากฤดูฝนไปฤดูแล้ง

(ค) ฤดูแล้ง

(ง) ช่วงเปลี่ยนจากฤดูแล้งไปฤดูฝน

รูปที่ 3.3-3 การกระจายตัวของ PM 5 ขนาดบริเวณสถานีเก็บอากาศทั้งสี่แยกตามฤดูกาล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คณะผู้วิจัยได้ทดลองคำนวณผลรวมของความเข้มข้นอนุภาคขนาดน้อยกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5* = [PM1.0-2.5] + [PM 0.5-1.0] + [PM0.1-0.5]) และผลรวมของความเข้มข้นอนุภาคขนาดน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM10* = [PM2.5-10] + [PM1.0-2.5] + [PM 0.5-1.0] + [PM0.1-0.5]) ได้ผลดังสรุปไว้ในตารางที่ 3.2-3 ถึงแม้ความเข้มข้น PM2.5* และ PM10* ที่คำนวณได้นี้อาจน้อยกว่าความเป็นจริงเล็กน้อยเนื่องจากเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศของโครงการไม่สามารถเก็บฝุ่นขนาดน้อยกว่า 0.1 ไมครอนได้ แต่ก็ถือว่าแสดงถึงความเข้มข้นอย่างต่ำของ PM2.5 จึงสมควรนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐาน PM2.5 ของ EPA (65 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) และสัดส่วน PM2.5*/PM10* ที่คำนวณได้นั้นก็คาดว่าน่าจะใกล้เคียงกับสัดส่วน PM2.5/PM10 ที่มีอยู่จริงในบรรยากาศจึงน่าจะนำมาเปรียบเทียบกับผลจากงานวิจัยอื่นได้

ตารางที่ 3.2-3 ค่าเฉลี่ยรายฤดูของ PM2.5* และ PM2.5*/ PM10* ในโครงการ

สถานี	ฝน		ฝน-แล้ง		แล้ง		แล้ง-ฝน		จำนวนวันที่เกินมาตรฐาน $PM_{2.5}$*	
	$PM_{2.5}$*	$PM_{2.5}$*/PM$_{10}$*	$PM_{2.5}$*	$PM_{2.5}$*/PM$_{10}$*	$PM_{2.5}$*	$PM_{2.5}$*/PM$_{10}$*	$PM_{2.5}$*	$PM_{2.5}$*/PM$_{10}$*	ฤดูแล้ง	ฤดูอื่น
โรงเรียนยุพราช	19.7	0.48	28.6	0.51	46.7	0.64	25.8	0.53	6	2
โรงพยาบาลเทศบาล	21.4	0.47	36.3	0.55	46.4	0.60	34.1	0.58	5	4
ที่ว่าการอำเภอสารภี	21.3	0.54	41.0	0.59	67.6	0.65	30.7	0.49	8	5
ชุมชนไก่แก้ว จังหวัดลำพูน	19.7	0.62	40.5	0.62	67.8	0.68	33.2	0.61	7	4

พบว่าสถานีเก็บตัวอย่างอากาศที่ว่าการอำเภอสารภีและชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูนมีจำนวนวันที่ความเข้มข้น $PM_{2.5}$ * เกินค่ามาตรฐานทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 52 และ 44 ของจำนวนวันที่ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 25 ตัวอย่าง ถือว่าเป็นบริเวณที่ประสบปัญหาคุณภาพอากาศกรณีของฝุ่นขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับมาตรฐานของ $PM_{2.5}$ของ USEPA ซึ่งรุนแรงกว่าสถานีเก็บอากาศโรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่ (36%) และโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย (32%) จากตารางเห็นได้ว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$PM_{2.5}$* ที่เกินมาตรฐานนั้นตรวจพบในฤดูแล้งเกือบทุกกรณี นอกจากนี้ยังเป็นที่น่าสังเกตว่าชุมชนไก่แก้วที่ไม่ค่อยมีปัญหาในด้านความเข้มข้น PM_{10} นั้นกลับถือเป็นบริเวณที่ควรเฝ้าระวังมากกว่าบริเวณอื่นในด้านความเข้มข้น $PM_{2.5}$ ส่วนที่อำเภอสารภีนั้นพบว่ามีปัญหาเด่นชัดทั้งในด้านความเข้มข้น PM_{10} และ $PM_{2.5}$* ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นความรุนแรงของปัญหาคุณภาพอากาศในฤดูแล้งและความสำคัญของการตรวจวัดความเข้มข้น $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศรวมทั้งความจำเป็นในการตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่อำเภอสารภีและจังหวัดลำพูน

ในส่วนของค่าเฉลี่ย PM2.5*/PM10* พบว่าสถานีเก็บอากาศชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูนมีค่าเฉลี่ย PM2.5*/PM10* สูงสุดคือ 0.64 ส่วนสถานีเก็บอากาศอื่น ๆ มีค่าอยู่ในช่วง 0.54-0.58 จากตารางที่ 3.2-3 ยังพบว่าสัดส่วน PM*2.5/PM*10 ในฤดูแล้งมีค่าสูงสุดในทุกสถานีเก็บอากาศโดยมีค่าระหว่าง 0.60-0.68 ซึ่งถือว่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาของรพีพัฒน์ (รพีพัฒน์ 2543) และของธเนศและคณะ (2547) ที่ทำการวิเคราะห์ PM*2.5/PM*10 ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร งานวิจัยแรกพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.61-0.68 ส่วนงานวิจัยหลังพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.64-0.67 เนื่องจากสัดส่วน PM2.5*/PM10* ที่สูงแสดงให้เห็นว่าฝุ่นส่วนใหญ่ในบรรยากาศมีขนาดเล็กพอที่จะเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนลึกได้ ผลข้างต้นจึงย้ำให้เห็นถึงความสำคัญของการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในฤดูแล้งโดยเฉพาะบริเวณชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูนและอำเภอสารภี ตลอดจนย้ำให้เกิดจินตนาการว่าในฤดูแล้งมีแหล่งกำเนิดฝุ่นชนิดพิเศษที่ปล่อยอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กสู่บรรยากาศ ในที่นี้อาจเป็นฝุ่นทุติยภูมิอันเกิดจากการเปลี่ยนสภาพของ NO_x SO_2 และสารประกอบอินทรีย์ในบรรยากาศก็เป็นได้

3.4 แหล่งกำเนิดที่เป็นไปได้ของฝุ่น

คณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลความเข้มข้น PM10 และองค์ประกอบทางเคมีของ PM10 (ได้รับความอนุเคราะห์จากกลุ่มวิจัยคณะวิทยาศาสตร์) ของแต่ละสถานีมาวิเคราะห์แหล่งกำเนิดที่เป็นไปได้โดยวิธีองค์ประกอบหลักสัมบูรณ์ (Absolute Principal Component Analysis : APCA, varimax rotation, communiality > 0.7, Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) > 0.6) พบว่าตัวอย่าง PM_{10} ที่เก็บจากทั้ง 4 จุดเก็บตัวอย่างได้รับอิทธิพลจากแหล่งกำเนิด (PC : Principal Component) ตั้งแต่ 11-13 ชนิดขึ้นอยู่กับสถานที่ ค่าสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบหลัก (PC loading) ที่ได้จากการคำนวณได้ถูกนำมาเปรียบเทียบกับองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นจากแหล่งกำเนิดชนิดต่างๆในงานวิจัยอื่นเพื่อระบุแหล่งกำเนิดของ PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3.4-1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.4-1 ชนิดและองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นลักษณะเด่นของแหล่งกำเนิด PM10 ที่เป็นไปได้ในโครงการ

โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	โรงพยาบาลเทศบาล	ที่ว่าการอำเภอสารภี	ชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูน
1. ไอเสียรถน้ำมันเบนซินทั้งแบบติดตั้งและไม่ติดตั้ง catalyst (benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, benzo(a)pyrene, indeno[1,2,3-cd]pyrene, dibenzo[a,h]anthracene, benzo[ghi]perylene) 2.ฝุ่นถนน (Al, Mg, Mn, Si, Ti) 3. ไอเสียรถน้ำมันดีเซล (fluoranthene, pyrene, benzo(a)anthracene, chrysene) 4.การเผาพืชในที่โล่ง (K, K^+) 5.ฝุ่นทุติยภูมิ (NH_4^+, SO_4^{2-}) 6.ฝุ่นจากร้านซ่อมรถ (Cd, Sr, V) 7.ฝุ่นจากโรงเคาะและพ่นสีรถ (Cu, P) 8.แหล่งกำเนิดที่ให้ Cr และ Fe สูง 9.แหล่งกำเนิดที่ให้ Na^+ และ Cl^- 10. การเผาขยะในที่โล่ง (Hg, TC) 11. แหล่งกำเนิดที่ให้ acenaphthylene สูง	1. ฝุ่นถนน (Al, Ca, Mg, Mn, Sr, Ti, V) 2. ไอเสียรถน้ำมันเบนซินแบบไม่ติดตั้ง catalyst (fluoranthrene, pyrene, benzo(a)anthracene, chrysene, benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene) 3. ไอเสียรถน้ำมันเบนซินแบบติดตั้ง catalyst (benzo(a)pyrene, indeno[1,2,3-cd]pyrene และ benzo[ghi]perylene) 4. การเผาพืชและขยะในที่โล่ง (K, K^+, Pb, Ba) 5. ฝุ่นจากร้านซ่อมรถ (As, Cr, Fe) 6. ดิน (Ca^+) 7. การเคาะและพ่นสีรถ (Cu, P) 8. ฝุ่นทุติยภูมิผสมรวมกับฝุ่นที่พัดมาจากทางไกล (NH_4^+, SO_4^{2-}, Na) 9. แหล่งกำเนิดที่ให้ Cd สูง 10.แหล่งกำเนิดที่ให้ naphthalene และ TC สูง 11.แหล่งกำเนิดที่ให้ phenanthrene สูง	1. ไอเสียรถน้ำมันเบนซินทั้งแบบติดตั้งและแบบไม่ติดตั้ง catalyst (benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, benzo(a)pyrene, indeno[1,2,3-cd]pyrene, dibenzo(a,h)anthracene และ benzo[ghi]perylene) 2. ฝุ่นถนน (Al, Mg, Mn, Si, Sr และ Ti) 3. ฝุ่นทุติยภูมิ (NH_4^+, SO_4^{2-} และ Pb) 4. ไอเสียรถน้ำมันดีเซล (ของ fluoranthrene, pyrene, benzo(a)anthracene และ chrysene) 5. การเผาพืชในที่โล่ง (K, K^+, NO_3^-) 6. การเคาะและพ่นสีรถ(Cu, P) 7. แหล่งกำเนิดที่ให้ As และ Cd สูง 8. ฝุ่นจากร้านซ่อมรถ (Cr, Fe) 9. แหล่งกำเนิดที่ให้ naphthalene สูง 10. แหล่งกำเนิดที่ให้ acenaphthalene และ fluorine สูง 11. แหล่งกำเนิด Na^+ และแหล่งกำเนิด Cl^- 12. แหล่งกำเนิดที่ให้ mg สูง	1. ไอเสียรถน้ำมันเบนซินแบบไม่ติดตั้ง catalyst (benzo(a)pyrene, indeno[1,2,3-cd]pyrene, dibenzo(a,h)anthracene, benzo[ghi]perylene, TC) 2. การเผาขยะในที่โล่ง (Pb, Cl^-, fluoranthrene, pyrene, benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene) 3. ฝุ่นถนน (Ba, Ca, Fe, Mg, Mn, Si) 4. ฝุ่นจากการจราจรที่ไม่ตกพื้น (Cd, As, Mn, Sr และ Ti) 5. การประกอบอาหาร (benzo(a)anthracene, chrysene) 6. ฝุ่นทุติยภูมิ (NH_4^+, SO_4^{2-}, Pb) 7. การเผาพืชในที่โล่ง (K, K^+) 8. การเคาะและพ่นสีรถ(Cu, P) 9. ฝุ่นจากร้านซ่อมรถ (Cr, Fe) 10. แหล่งกำเนิดที่ให้ Ba, acenapthene สูง 11. แหล่งกำเนิดที่ให้ Zn สูง 12. แหล่งกำเนิดที่ให้ naphthalene สูง 13. แหล่งกำเนิดที่ให้ NO_3^- สูง

ในขั้นต่อไป คณะผู้วิจัยได้คำนวณ PC zero score ขึ้นมาตามวิธี absolute principal component (Thurston and Spengler, 1985) แล้วนำ PC zero score ไปลบออกจาก PC score ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้างต้นเพื่อให้ได้ APC score (absolute principal component score) ของแต่ละข้อมูล จากนั้นจึงนำ APC score ไปหาความสัมพันธ์กับข้อมูลความเข้มข้น PM10 ที่สำรวจได้จริง โดยใช้วิธีถดถอยพหูคูณในโปรแกรม SPSS version10.0 (multiple regression analysis, stepwise) ซึ่งมีสมการเป็นดังต่อไปนี้

$$C_i = b_{0,i} + \sum APCS_p \times b_{p,i} \qquad (3.4\text{-}1)$$

C_i : ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมี ชนิด i (ในที่นี้คือ PM10) ที่ไม่ผ่านการ standardized

$b_{0,i}$: ค่าคงที่สำหรับองค์ประกอบทางเคมี ชนิด i (ในที่นี้คือ PM10)

$APCS_p$: absolute principal component score สำหรับแหล่งกำเนิดชนิด p

$b_{p,i}$: สัมประสิทธิ์สมการถดถอยสำหรับองค์ประกอบทางเคมีชนิด i (ในที่นี้คือ PM10) แหล่งกำเนิดชนิด p

การคำนวณสัดส่วนการแจกแจงปริมาณฝุ่นของแหล่งกำเนิด PM10 (% PM10 source contribution) ได้คิดจากผลรวมของพจน์ที่เป็นบวกในสมการ (3.4-3) โดยแยกคำนวณเป็นรายฤดู ผลปรากฏว่าจากแหล่งกำเนิดที่เป็นไปได้ 11-13 ชนิดนั้น (ตารางที่ 3.4-1) มีเพียงไม่กี่ชนิดที่พบว่ามีผลต่อระดับความเข้มข้น PM10 รายวันดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.4-2

จากตารางเป็นที่น่าสนใจว่าถึงแม้รอบ ๆ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัยจะไม่มีพื้นที่การเกษตรหรือป่าแต่ก็พบว่า 73-82% ของความเข้มข้น PM10 บริเวณนั้นมาจากการเผาพืชในขณะที่ 18-27% ที่เหลือนั้นระบุชนิดแหล่งกำเนิดไม่ได้ซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลายชนิดรวม ๆ กัน และจะมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดปี (เป็นสัดส่วนของค่า $b_{0,i}$ ในสมการ 3.4-1) ผลนี้บอกเป็นนัยว่าฝุ่นจากกิจกรรมการเผาพืช (ในที่นี้อาจเป็นการเผาใบไม้เพื่อกำจัดขยะ การเผาเพื่อเตรียมพื้นที่ในการเกษตร รวมไปถึงการเกิดไฟไหม้ป่า) อาจถูกพัดพาเข้าสู่บรรยากาศในเมืองได้ ส่วนสถานีเก็บตัวอย่างโรงพยาบาลเทศบาลนั้นพบว่า 73-93% ของความเข้มข้น PM10 นั้นระบุชนิดแหล่งกำเนิดไม่ได้ซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลาย ๆ ชนิดรวม ๆ กันและจะคงที่อยู่ตลอดปี ส่วนที่เหลืออีก 7-27% นั้นส่วนใหญ่มาจากการเผาพืชและเผาขยะเป็นหลัก ยกเว้นกรณีของฤดูแล้งที่พบว่าอีก 20% ของความเข้มข้น PM10 มาจากดิน ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นความยากลำบากในการลดความเข้มข้น PM10 บริเวณโรงพยาบาลเทศบาลเนื่องจากกว่า 70% ของ PM10 นั้นจะลอยคงที่อยู่ในอากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ถึงแม้จะประสบความสำเร็จในการลดการเผาพืชและเผาขยะ ก็ไม่แน่ว่าจะสามารถลดปริมาณ PM10 คงที่ดังกล่าวในอากาศได้ อย่างไรก็ตามจากผลดังกล่าวทำให้ทราบว่าการพรมน้ำเพื่อลดการฟุ้งกระจายของดินในฤดูแล้งนั้นสามารถลดปริมาณ PM10 ในอากาศบริเวณโรงพยาบาลเทศบาลได้ไม่น้อย (20%) สำหรับบริเวณที่ว่าการอำเภอสารภีนั้น พบว่า 43-62% ของ PM10 มาจากการเผาพืช 3-9% มาจากไอเสียรถน้ำมันดีเซล 0-3% มาจากแหล่งกำเนิดที่ให้ naphthalene สูง และ 30-49% เป็นค่าคงที่ตลอดปีของบริเวณซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลาย ๆ ชนิดรวม ๆ กัน ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้น PM10 บริเวณที่ว่าการอำเภอสารภีอาจลดลงถึงกว่า 40%หากประสบความสำเร็จในการรณรงค์ลดการเผาพืช อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่า 30-49%ของความเข้มข้น PM10 นั้นเป็นส่วนที่ลอยคงที่อยู่ในอากาศ ถึงแม้จะประสบความสำเร็จในการลดการเผาพืช ก็ไม่แน่ว่าจะสามารถลดปริมาณ PM10 คงที่ดังกล่าวในอากาศได้ ส่วนความเข้มข้น PM10 บริเวณชุมชนไก่แก้วนั้น พบว่า 33-40% มาจากการเผาพืช 7-17% มาจากการประกอบอาหาร 7-11% มาจากแหล่งกำเนิดที่ให้ NO_3^- สูง ส่วนที่เหลืออีก 32-48% นั้นระบุไม่ได้ ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้น PM10 บริเวณชุมชนไก่แก้วนั้น อาจลดลงถึงกว่า 30% หากประสบความสำเร็จในการรณรงค์ลดการเผาพืช อย่างไรก็ตามกล่าวได้ว่า 32-48 %ของความเข้มข้น PM10 ที่ลอยคงที่อยู่ในอากาศนั้นคาดว่าคงลดได้ลำบาก นอกจากนี้เป็นที่น่าสังเกตว่ามีแหล่งกำเนิดที่ยังระบุชื่อไม่ได้ปล่อย NO_3^- ในปริมาณสูงและมีอิทธิพลต่อความเข้มข้น PM10 คิดเป็นสัดส่วนได้กว่า 7% จากผลข้างต้นของทั้งสี่สถานีตรวจวัดสรุปได้ว่าแหล่งกำเนิดหลักของ PM10 บริเวณจุดเก็บตัวอย่างของโครงการในทุกฤดูกาลนั้นส่วนหนึ่งมาจากการเผาพืชหรือขยะในที่โล่ง อีกส่วนหนึ่งเป็นส่วนที่ระบุชื่อแหล่งกำเนิดไม่ได้ (สัดส่วนของค่า $b_{0,i}$ ในสมการ (3.4-1) ซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลายชนิดรวม ๆ กันและมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดปี นอกนั้นเป็นแหล่งกำเนิดปลีกย่อยต่าง ๆ ที่มีสัดส่วนการแจกแจงอยู่ในช่วง 3–20% เช่น ดิน ไอเสียจากรถน้ำมันดีเซล ฝุ่นจากการประกอบอาหาร ฝุ่นจากแหล่งกำเนิด naphthalene ฝุ่นจากแหล่งกำเนิด NO_3^- และฝุ่นทุติยภูมิ โดยพบว่าแหล่งกำเนิดปลีกย่อยต่างๆเหล่านี้เข้ามามีบทบาทมากในพื้นที่บริเวณอำเภอสารภีและชุมชนไก่แก้ว เมื่อย้อนไปดูผลของความเข้มข้น PM10 รายวัน ความเข้มข้น PM2.5* และสัดส่วน PM2.5*/PM10* แล้วสันนิษฐานได้ว่าฝุ่นขนาดเล็กบริเวณสองสถานีเก็บตัวอย่างดังกล่าวมาจากแหล่งกำเนิดปลีกย่อยต่าง ๆ เหล่านี้เอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.4-2 สัดส่วนการแจกแจงของแหล่งกำเนิดที่มีผลต่อระดับ PM10 รายวัน

ฤดู	รร.ยุพราช	รพ.เทศบาล	อำเภอสารภี	ชุมชนไก่แก้ว
ฝน	เผาพืช 73 %	เผาพืช และขยะ 7 %	เผาพืช 43 %	เผาพืช 33 %
			ระบุไม่ได้ 49 %	ระบุไม่ได้ 47 %
	ระบุไม่ได้ 27 %	ระบุไม่ได้ 93 %	รถน้ำมันดีเซล 7 %	ทำอาหาร 9 %
			แหล่ง naphthalene 1%	แหล่ง NO_3^- 11%
ฝน →แล้ง	เผาพืช 75 %	เผาพืช และขยะ 7 %	เผาพืช 51 %	เผาพืช 35 %
			ระบุไม่ได้ 44 %	ระบุไม่ได้ 43 %
	ระบุไม่ได้ 25 %	ระบุไม่ได้ 93 %	รถน้ำมันดีเซล 3 %	ทำอาหาร 13 %
			แหล่ง naphthalene 2 %	แหล่ง NO_3^- 9 %
แล้ง	เผาพืช 82 %	เผาพืช และขยะ 6 %	เผาพืช 58 %	เผาพืช 40 %
		ระบุไม่ได้ 73 %	ระบุไม่ได้ 30 %	ระบุไม่ได้ 32 %
	ระบุไม่ได้ 18 %	ดิน 20 %	รถน้ำมันดีเซล 9 %	ทำอาหาร 17 %
		ฝุ่นทุติยภูมิ 1 %	แหล่ง naphthalene 3 %	แหล่ง NO_3^- 11%
แล้ง →ฝน	เผาพืช 76 %	เผาพืช และขยะ 7 %	เผาพืช 54 %	เผาพืช 38 %
		ฝุ่นทุติยภูมิ 3 %	ระบุไม่ได้ 40 %	ระบุไม่ได้ 48 %
	ระบุไม่ได้ 24 %	ระบุไม่ได้ 90 %	รถน้ำมันดีเซล 6 %	ทำอาหาร 7 %
				แหล่ง NO_3^- 7%

หมายเหตุ "ระบุไม่ได้" หมายถึงเป็นสัดส่วนของ PM10 ที่คงที่ตลอดปี (สัดส่วนของค่า $b_{0,i}$ ในสมการ 3.4-1) คาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลายชนิดรวมๆกันระบุชื่อไม่ได้ ส่วนที่ขีดเส้นใต้คือแหล่งกำเนิดที่มีสัดส่วนการแจกแจง PM10 (% PM10 contribution) สูงสุดในฤดูนั้นๆ

ดังนั้นการลด ละ เลิกการเผาพืชและขยะในที่โล่งทุกฤดูกาลและการป้องกันไฟป่าจึงถือเป็นหัวใจสำคัญในการลดความเข้มข้น PM10 ในอากาศบริเวณจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน โดยเฉพาะในพื้นที่บริเวณอำเภอสารภีและชุมชนไก่แก้วนั้นสมควรเพิ่มการเฝ้าระวังฝุ่นจากแหล่งกำเนิดชนิดอื่น ๆ เช่น ไอเสียจากรถน้ำมันดีเซล ฝุ่นจากการประกอบอาหาร ฝุ่นจากแหล่งกำเนิด naphthalene และฝุ่นจากแหล่งกำเนิด NO_3^- ควบคู่ไปด้วย ทั้งนี้ ผลการคำนวณสัดส่วนการแจกแจงของแหล่งกำเนิด PM10 ดังกล่าวข้างต้นควรใช้เพื่อพิจารณามาตรการลดความเข้มข้น PM10 เป็นหลัก หากต้องการพิจารณามาตรการลดความเข้มข้นของสารมลพิษชนิดใดชนิดหนึ่งหรือกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งที่เป็นองค์ประกอบของ PM10 เช่น PAHs หรือ โลหะหนักอันตราย คณะผู้วิจัยเห็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ว่าในขั้นตอนการคำนวณควรใช้ความเข้มข้นของสารนั้นๆมาหาความสัมพันธ์กับ APC score โดยตรงซึ่งอาจทำให้ได้ผลลัพธ์แตกต่างจากกรณีที่ได้นำเสนอไปข้างต้น

ตัวอย่างเช่นในกรณีที่ต้องการลดความเข้มข้นของ PAHs รวมใน PM10 การเลิกเผาพืชและป้องกันไฟป่าเท่านั้นยังไม่เพียงพอ จำเป็นจะต้องมีมาตรการลดจำนวนยานพาหนะบนถนนหรือปรับปรุงคุณภาพไอเสียยานพาหนะด้วยเนื่องจากพบว่า 32-87% ของ PAHs ใน PM10 บริเวณจุดเก็บตัวอย่างทั้งสี่มาจากไอเสียยานพาหนะ ในขณะที่ PAHs จากการเผาพืชนั้นพบใน PM10 บริเวณที่ว่าการอำเภอสารภีและชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูน (30-51%) เท่านั้นดังดูรายละเอียดผลการคำนวณสัดส่วนการแจกแจงของแหล่งกำเนิด PAHs ใน PM10 ได้ในตารางที่ 3.4-3

ตารางที่ 3.4-3 % PAHs contribution ของแหล่งกำเนิดสำหรับจุดเก็บตัวอย่างทั้งสี่

ฤดู	รร.ยุพราช	รพ.เทศบาล	อ.สารภี	ชุมชนไก่แก้ว
ฝน	ระบุไม่ได้ 3 % ไอเสียรถเบนซิน 72 %	ระบุไม่ได้ 5 %	เผาพืช 30 %	ไอเสียรถเบนซินติด catalyst 28 %
	ไอเสียรถดีเซล 13%	ไอเสียรถเบนซินติด catalyst 52 %	ไอเสียรถเบนซิน 50 %	เผาพืช 40 %
	ฝุ่นถนน 6%	ไอเสียรถเบนซินไม่ติด catalyst 34 %	ไอเสียรถดีเซล 14 %	แหล่ง NO_3^- 18 %
	แหล่ง acenaphthylene 3%	แหล่ง napthalene + TC 5 %	แหล่ง naphthylene 1 %	ไอเสียรถเบนซินไม่ติด catalyst 14 %
	การเคาะพ่นสีรถ 3%	ดิน 1 %	แหล่ง acenaphthylene & fluorene 5 %	
	Long-range 3%	ฝุ่นถนน 3 %		

หมายเหตุ "ระบุไม่ได้" หมายถึงเป็นสัดส่วนของ PAHs ที่คงที่ตลอดปี (สัดส่วนของค่า $b_{0,i}$ ในสมการ 3.4-1) คาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลายชนิดรวม ๆ กันระบุชื่อไม่ได้ ส่วนที่ขีดเส้นใต้คือแหล่งกำเนิดที่มีสัดส่วนการแจกแจง PAHs (%PAHs contribution) สูงสุดในฤดูนั้น ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.5.2-12 % PAHs contribution ของแหล่งกำเนิดสำหรับจุดเก็บตัวอย่างทั้งสี่ (ต่อ)

ฤดู	รร.ยุพราช	รพ.เทศบาล	อ.สารภี	ชุมชนไก่แก้ว
ฝน →แล้ง	ระบุไม่ได้ 5 %	ระบุไม่ได้ 7%	เผาพืช 47 %	ไอเสียรถเบนซินติด catalyst 36 %
	ไอเสียรถเบนซิน 65 %			
	ไอเสียรถดีเซล 18%	ไอเสียรถเบนซินติด catalyst 52 %	ไอเสียรถเบนซิน 37 %	เผาพืช 39 %
	ฝุ่นถนน 7%	ไอเสียรถเบนซินไม่ติด catalyst 31 %	ไอเสียรถดีเซล 9 %	แหล่ง NO_3^- 14 %
	แหล่ง acenaphthylene 3%	high napthalene + TC 6 %	แหล่ง naphthylene 2 %	ไอเสียรถเบนซินไม่ติด catalyst 10 %
	การเคาะพ่นสีรถ 4%	ดิน 1 %	แหล่ง acenaphthylene & fluorene 5%	
	Long-range 4%	ฝุ่นถนน 4%		
แล้ง	ระบุไม่ได้ 4 %	ระบุไม่ได้ 6%	เผาพืช 48%	ไอเสียรถเบนซินติด catalyst 41 %
	ไอเสียรถเบนซิน 58%			
	ไอเสียรถดีเซล 25%	ไอเสียรถเบนซินติด catalyst 33 %	ไอเสียรถเบนซิน 23 %	เผาพืช 39 %
	ฝุ่นถนน 8%	ไอเสียรถเบนซินไม่ติด catalyst 55 %	ไอเสียรถดีเซล 23 %	แหล่ง NO_3^- 15 %
	แหล่ง acenaphthylene 2%	high napthalene + TC 6 %	แหล่ง naphthylene 3 %	ไอเสียรถเบนซินไม่ติด catalyst 5 %
	การเคาะพ่นสีรถ 3%	ฝุ่นถนน 3 %	แหล่ง acenaphthylene & fluorene 4 %	
	Long-range 3%			

หมายเหตุ "ระบุไม่ได้" หมายถึงเป็นสัดส่วนของ PAHs ที่คงที่ตลอดปี (สัดส่วนของค่า $b_{0,i}$ ในสมการ 3.4-1) คาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลายชนิดรวม ๆ กันระบุชื่อไม่ได้ ส่วนที่ขีดเส้นใต้คือแหล่งกำเนิดที่มีสัดส่วนการแจกแจง PAHs (%PAHs contribution) สูงสุดในฤดูนั้น ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.5.2-12 % PAHs contribution ของแหล่งกำเนิดสำหรับจุดเก็บตัวอย่างทั้งสี่ (ต่อ)

ฤดู	รร.ยุพราช	รพ.เทศบาล	อ.สารภี	ชุมชนไก่แก้ว
แล้ง →ฝน	ระบุไม่ได้ 5 %	ระบุไม่ได้ 7 %	เผาพืช 44 %	ไอเสียรถเบนซินติด catalyst 21 %
	ไอเสียรถเบนซิน 68 %			
	ไอเสียรถดีเซล 19%	ไอเสียรถเบนซินติด catalyst 34 %	ไอเสียรถเบนซิน 40 %	เผาพืช 51 %
	ฝุ่นถนน 1%	ไอเสียรถเบนซินไม่ติด catalyst 45 %	ไอเสียรถดีเซล 13 %	แหล่ง NO_3^- 14 %
	แหล่ง acenaphthylene 3%	high napthalene + TC 7 %	แหล่ง acenaphthylene & fluorine 3 %	ไอเสียรถเบนซินไม่ติด catalyst 11 %
	การเคาะพ่นสีรถ 6%	ดิน 3 %		
	Long-range 3%	ฝุ่นถนน 3 %		

4. ข้อเสนอแนะจากโครงการ

4.1 ควรรณรงค์ให้มีการลด ละ เลิกกิจกรรมการเผาพืชและขยะในที่โล่งทุกฤดูกาล และควรมีการกำหนดมาตรการป้องกันไฟป่ารวมทั้งกลยุทธ์ในการควบคุมไฟป่า โดยเฉพาะในฤดูแล้งเพื่อลดปริมาณฝุ่นในอากาศ

4.2 กรณีที่ต้องการลดความเป็นพิษของฝุ่นอันเนื่องมาจาก PAHs การเลิกเผาพืชและป้องกันไฟป่าเท่านั้นยังไม่เพียงพอ จำเป็นจะต้องมีมาตรการลดจำนวนยานพาหนะบนถนนหรือปรับปรุงคุณภาพไอเสียยานพาหนะควบคู่กันไปด้วย

4.3 ควรมีการตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่อำเภอสารภีและจังหวัดลำพูนเพื่อเฝ้าระวังปัญหามลพิษของฝุ่นในอากาศ หากไม่สามารถตั้งสถานีถาวรได้อาจใช้วิธีติดตั้งสถานีชั่วคราวเฉพาะฤดูแล้งเนื่องจากเป็นฤดูที่มีความเข้มข้นฝุ่นเกินมาตรฐาน หรือหากไม่สามารถกระทำได้ก็อาจใช้ข้อมูลทัศนวิสัยและความชื้นในอากาศของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจังหวัดลำพูนในการคาดคะเนช่วงเวลาที่ฝุ่นในอากาศมีความเข้มข้นสูงได้บ้าง

4.4 ในการตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นในอากาศควรมีการวัดทั้งอนุภาคขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนและใหญ่กว่า 10 ไมครอนควบคู่ไปกับตรวจวัดความเข้มข้น PM10 ด้วยเนื่องจากอนุภาคทั้งสองกลุ่มดังกล่าวมีความเข้มข้นจำนวนไม่น้อย อาจก่อให้เกิดปัญหาได้ในอนาคต อย่างไรก็ตามในกรณีของ PM2.5 นั้นหากไม่สามารถตรวจวัดได้โดยตรงก็อาจใช้สมการความสัมพันธ์ระหว่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

PM10 กับ PM2.5 ทำนายความเข้มข้นได้ในระดับหนึ่ง ทั้งนี้จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในเชิงสถิติเป็นต้นว่า ลักษณะการแจกแจงความถี่ของข้อมูล เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของสมการต่อไป

4.5 ในการกำหนดแผนควบคุมคุณภาพอากาศในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งภายในจังหวัดนั้นควรทำทั้งจังหวัดและควรพิจารณาความเชื่อมโยงกับจังหวัดข้างเคียงด้วยเพราะเป็นไปได้ว่าคุณภาพอากาศในพื้นที่นั้นได้รับอิทธิพลจากปัจจัยเดียวกันกับพื้นที่อื่น ๆ ที่อยู่ข้างเคียง

4.6 ควรมีการ รวบรวม เพิ่มเติม แก้ไข และเผยแพร่ข้อมูลความเข้มข้นองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นจากแหล่งกำเนิดชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทย (source profile) ผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ทเพื่อเป็นประโยชน์ต่อนักวิจัยและผู้สนใจทั่วไป ปัจจุบันนี้ประเทศไทยยังขาดแคลน source profile ในส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ เช่น PAHs ไดออกซิน หรือสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่น ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูป	จ
บทคัดย่อ	ช
Abstract	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	**1-1**
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1-1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1-3
1.3 รายละเอียดกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำเนินการวิจัย	1-3
1.4 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1-6
1.5 รายชื่อผู้ร่วมวิจัย	1-6
บทที่ 2 ระเบียบวิธีวิจัย	**2-1**
2.1 การกำหนดสถานีเก็บตัวอย่างฝุ่นในโครงการ	2-1
2.2 อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างฝุ่นในโครงการ	2-4
2.3 การกำหนดระยะเวลาการเก็บตัวอย่างฝุ่น	2-7
2.4 เครื่องชั่งพร้อมตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น	2-8
2.5 กระดาษกรองและ PUF	2-9
2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปริมาณฝุ่น PM 10 และ PM 5 ขนาด	2-19
2.7 การวิเคราะห์แหล่งกำเนิดที่เป็นไปได้ของ PM10	2-22
2.8 ข้อมูลเพิ่มเติม	2-36
2.9 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย	2-36
บทที่ 3 ผลการวิจัย	**3-1**
3.1 ลักษณะทั่วไปทางอุตุนิยมวิทยาบริเวณสถานีเก็บตัวอย่างอากาศ PM10 และตัวอย่างฝุ่นขนาดต่าง ๆ	3-1
3.2 ความเข้มข้น PM10 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง	3-15

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา กับความเข้มข้น PM10 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง	3-28
3.4 การกระจายตัวของขนาดฝุ่น	3-29
3.5 การวิเคราะห์แหล่งกำเนิดที่เป็นไปได้ของ PM10	3-37
บทที่ 4 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	**4-1**
4.1 สรุปผลการวิจัย	4-1
4.3 ข้อเสนอแนะ	4-6
เอกสารอ้างอิง	**อ-1**
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก แบบบันทึกเพื่อการ Calibrate และคำนวณปริมาณ PM10	ผ-1
ภาคผนวก ข แบบฟอร์มในการเตรียมพร้อมก่อนออกเก็บตัวอย่างฝุ่น PM10	ผ-22
ภาคผนวก ค แบบฟอร์มการเตรียม PUF ในขั้นแรกก่อนออกเก็บตัวอย่าง การกระจายตัวของอนุภาคฝุ่น 5 ขนาด	ผ-24
ภาคผนวก ง แบบฟอร์มการเก็บตัวอย่างฝุ่น PM_{10} ภาคสนาม	ผ-27
ภาคผนวก จ แบบฟอร์มการเตรียมกระดาษกรอง/การชั่งกระดาษกรองก่อนส่งวิเคราะห์	ผ-29
ภาคผนวก ฉ แบบฟอร์มการเตรียม PUF ในขั้นที่ 2 และการออกเก็บตัวอย่างฝุ่น 5 ขนาด	ผ-31
ภาคผนวก ช แบบฟอร์มการเตรียม PUF หลังออกเก็บตัวอย่างฝุ่น 5 ขนาด	ผ-34
ภาคผนวก ซ รายละเอียดวันเวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ	ผ-37
ภาคผนวก ฌ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา	ผ-57
ภาคผนวก ญ ปริมาณฝุ่น PM_{10}	ผ-97
ภาคผนวก ฎ ข้อมูลเปรียบเทียบ PM_{10}	ผ-122
ภาคผนวก ฏ ข้อมูลปริมาณอนุภาคฝุ่น PM 5 ขนาด	ผ-155
ภาคผนวก ฐ ข้อมูลการเสนอผลการวิจัยในที่ประชุมต่าง ๆ	ผ-166
ภาคผนวก ฑ กิจกรรมที่วางแผนไว้ กิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลการดำเนินงานตลอดโครงการ	ผ-240

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แผนกิจกรรมหลักของโครงการ	1-3
2.1	สถานีเก็บตัวอย่างอากาศในงานวิจัย	2-2
2.2	จำนวนกระดาษกรองที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างทั้งโครงการ	2-7
2.3	คุณสมบัติวัสดุที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น	2-10
2.4	การคำนวณหาความเข้มข้นของปริมาณฝุ่น 5 ขนาด	2-22
2.5	ตัวอย่างเทคนิคที่ใช้ในแบบจำลองแหล่งรับ	2-23
2.6	ตัวอย่างค่า communiality ของข้อมูลอากาศบริเวณอำเภอสารภี	2-27
2.7	ตัวอย่างค่า KMOของข้อมูลอากาศบริเวณอำเภอสารภี	2-28
2.8	ตัวอย่างค่าน้ำหนักขององค์ประกอบหลักของข้อมูลอากาศบริเวณอำเภอสารภี	2-28
2.9	ตัวอย่างค่าคะแนน (PC score) ของข้อมูลอากาศบริเวณอำเภอสารภี	2-29
2.10	ตัวอย่าง PC zero score ของข้อมูลอากาศบริเวณอำเภอสารภี	2-33
2.11	ตัวอย่างสัดส่วนการแจกแจงของแหล่งกำเนิด PM_{10} บริเวณ อ.สารภี	2-35
3.1	ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (ค่าเฉลี่ยรายวัน $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	3-12
3.2	สรุปผลการตรวจวัดความเข้มข้น PM_{10}	3-16
3.3	ระดับความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมงเป็นรายเดือนของสถานีเก็บอากาศทั้ง 4 แห่ง	3-17
3.4	ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของ PM_{10} รายฤดู	3-18
3.5	ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ระหว่างค่าอุตุนิยมวิทยากับระดับความเข้มข้น PM_{10} ณ สถานีเก็บตัวอย่างอากาศทั้ง 4 สถานี	3-29
3.6	ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนฝุ่นแต่ละขนาดต่อมวลฝุ่นรวมทั้ง 5 ขนาดในสถานีเก็บอากาศของโครงการแยกตามฤดู (%)	3-31
3.7	ค่าเฉลี่ยรายฤดูของ $PM_{2.5}$* และ $PM_{2.5}$*/ PM_{10}* ในโครงการ	3-34
3.8	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่นแต่ละขนาด	3-36
3.9	diagnostic ratios ของฝุ่นจากแหล่งกำเนิดชนิดต่าง ๆ	3-39
3.10	ผลการคำนวณ diagnostic ratios จากองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นจากแหล่งกำเนิดชนิดต่าง ๆ	3-40
3.11	ผลการคำนวณ diagnostic ratios ของPM_{10} ในงานวิจัยนี้	3-41

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
3.12	สารอนินทรีย์ (% of particle mass) ในแหล่งกำเนิดชนิดต่าง ๆ ที่รายงานในงานวิจัยอื่น	3-43
3.13	PAHs (% of particle mass) ในแหล่งกำเนิดชนิดต่าง ๆ ที่รายงานในงานวิจัยอื่น	3-46
3.14	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักบริเวณโรงเรียนยุพราช	3-48
3.15	ปริมาณ PM10 จากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ บริเวณโรงเรียนยุพราช	3-52
3.16	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักบริเวณโรงพยาบาลเทศบาล	3-55
3.17	ปริมาณ PM_{10} จากแหล่งกำเนิดต่างๆบริเวณโรงพยาบาลเทศบาล	3-59
3.18	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักบริเวณที่ว่าการอำเภอสารภี	3-61
3.19	ปริมาณ PM_{10} จากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ บริเวณที่ว่าการอำเภอสารภี	3-65
3.20	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักบริเวณชุมชนไก่แก้ว	3-68
3.21	ปริมาณ PM_{10} จากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ บริเวณชุมชนไก่แก้ว	3-72
3.22	% PM_{10} contribution ของแหล่งกำเนิดสำหรับจุดเก็บตัวอย่างทั้งสี่	3-73
3.23	% PAHs contribution ของแหล่งกำเนิดสำหรับจุดเก็บตัวอย่างทั้งสี่	3-75

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญรูป

รูป		หน้า
2.1	แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน	2-3
2.2	High Volume PM_{10} Air Sampler (Wedding & Associates Inc, USA.)	2-5
2.3	High volume cascade impactor ที่ใช้ในการเก็บอนุภาคฝุ่น 5 ขนาด	2-6
2.4	เครื่องชั่ง 5 ตำแหน่ง และตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น	2-8
2.5	แท่นชั่งกระดาษกรองและ PUF	2-9
2.6	การชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง	2-12
2.7	การบรรจุ PUF ลง holders	2-17
2.8	work sheet ที่ใช้คำนวณหาค่าอัตราการไหลของอากาศของเครื่อง cascade impactor	2-21
3.1	ข้อมูลปริมาณฝนรายวันตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2548 ถึงเดือนมิถุนายน 2549 ณ. สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สนามบินเชียงใหม่, สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย และสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่จังหวัดลำพูน	3-2
3.2	Wind rose สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สนามบินเชียงใหม่ในการดูแลของการบินพาณิชย์	3-3
3.3	Wind rose รายเดือนของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่โรงเรียนยุพราชวิทยาลัยในการดูแลของกรมควบคุม	3-4
3.4	อุณหภูมิและความกดอากาศในฤดูฝน ณ.(ก) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สนามบินเชียงใหม่(ข) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยและ(ค)สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจังหวัดลำพูน	3-5
3.5	ปริมาณฝนและความชื้นสัมพัทธ์ ณ (ก) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สนามบินเชียงใหม่(ข) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยและ(ค)สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจังหวัดลำพูน	3-8
3.6	ความยาวนานของแสงแดด ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สนามบินเชียงใหม่	3-10
3.7	ทัศนวิสัยในฤดูฝน ณ. (ก)สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สนามบินเชียงใหม่ (ข)สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่จังหวัดลำพูน	3-11
3.8	ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} รายวัน ของสถานีเก็บอากาศทั้ง 4 แห่ง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2548 ถึงเดือนมิถุนายน 2549	3-15

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป		หน้า
3.9	ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} รายฤดู ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2548 ถึงเดือนมิถุนายน 2549	3-19
3.10	ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงPM_{10} เฉลี่ยสำหรับแต่ละชนิดวันในสัปดาห์ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2548 ถึงเดือนมิถุนายน 2549	3-21
3.11	ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} ในเวลากลางวัน (06.00-18.00) และเวลากลางคืน (18.00-06.00)	3-22
3.12	ข้อมูลดิบความเข้มข้น PM_{10}เฉลี่ยรายวันของโครงการเปรียบเทียบกับของกรมควบคุมมลพิษ ณ.สถานีเก็บอากาศตัวอย่างโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	3-24
3.13	ความเข้มข้น PM_{10}เฉลี่ยรายฤดูของโครงการเปรียบเทียบกับของกรมควบคุมมลพิษ ณ.สถานีเก็บอากาศตัวอย่างโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	3-24
3.14	ความเข้มข้น PM_{10}เฉลี่ย รายวันของโครงการนี้เปรียบเทียบกับของโครงการวิจัยคณะแพทยศาสตร์ บริเวณหน้าที่ว่าการอ.สารภี จ.เชียงใหม่	3-26
3.15	ความเข้มข้น PM_{10}เฉลี่ย รายวันของโครงการนี้เปรียบเทียบกับของโครงการวิจัยคณะแพทยศาสตร์ บริเวณชุมชนไก่แก้ว จ.ลำพูน	3-26
3.16	ความเข้มข้นPM 5 ขนาดบริเวณสถานีเก็บอากาศของโครงการ	3-30
3.17	ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนมวลฝุ่นแต่ละขนาดต่อมวลฝุ่นรวมทั้ง 5 ขนาด (%)	3-32
3.18	การกระจายตัวของ PM 5 ขนาดบริเวณสถานีเก็บอากาศทั้งสี่แยกตามฤดูกาล	3-33
3.19	ตำแหน่งเกิดมลพิษที่เป็นไปได้รอบๆสถานีตรวจวัดโรงเรียนยุพราช	3-49
3.20	Q-Q กราฟของสมการวิเคราะห์แหล่งกำเนิด PM10 บริเวณโรงเรียนยุพราช	3-53
3.21	ตำแหน่งเกิดมลพิษที่เป็นไปได้รอบๆสถานีตรวจวัดโรงพยาบาลเทศบาล	3-56
3.22	Q-Q กราฟของสมการวิเคราะห์แหล่งกำเนิด PM_{10} บริเวณโรงพยาบาลเทศบาล	3-60
3.23	ตำแหน่งเกิดมลพิษที่เป็นไปได้รอบๆสถานีตรวจวัดที่ว่าการอำเภอสารภี	3-62
3.24	Q-Q กราฟของสมการวิเคราะห์แหล่งกำเนิด PM_{10} บริเวณที่ว่าการอำเภอสารภี	3-66
3.25	ตำแหน่งเกิดมลพิษที่เป็นไปได้รอบๆสถานีตรวจวัดชุมชนไก่แก้ว	3-69
3.26	Q-Q กราฟของสมการวิเคราะห์แหล่งกำเนิด PM_{10} บริเวณชุมชนไก่แก้ว	3-72

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : RDG 4830010

ชื่อโครงการ : การสำรวจปริมาณฝุ่นในอากาศภายในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน

ชื่อนักวิจัย : 1. รองศาสตราจารย์ ดร. ขจรศักดิ์ โสภาจารีย์

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เพชร เพ็งชัย

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม/ National Research Center for Environmental and Hazardous Waste Management (NRC-EHWM)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Email address : pompoon@eng.cmu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : ตั้งแต่ 15 มีนาคม 2548 - 14 กันยายน 2549 ขยายถึง 31 มีนาคม 2550

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อสำรวจปริมาณฝุ่นในบรรยากาศของพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และลำพูนตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2548 ถึงมิถุนายน 2549 ฝุ่นในโครงการนี้แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกคือ PM10 ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างพร้อมกันทั้ง 4 สถานีเก็บตัวอย่างด้วยความถี่ 3 วันครั้ง ครั้งละ 24 ชั่วโมง กลุ่มที่สองคืออนุภาคฝุ่น 5 ขนาดในบรรยากาศ อนุภาคฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า PM10 (PM >10) จะถูกแยกไปเก็บไว้ใน PUF ชั้นบนสุดก่อนและชั้นถัด ๆ มาจะมีอนุภาคระหว่างขนาด 2.5-10 ไมครอน (PM 2.5-10) 1.0-2.5 ไมครอน (PM1.0-2.5) 0.5-1.0 ไมครอน (PM0.5-1.0) และ 0.1-0.5 ไมครอน (PM 0.1-0.5) แยกอยู่ตามลำดับ ในการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น 5 ขนาดนี้จะทำด้วยความถี่ 3 วันครั้ง ครั้งละ1 สถานีเก็บตัวอย่าง ตัวอย่างละ 12-24 ชั่วโมง หมุนเวียนกันไปเรื่อย ๆ จนครบ 4 สถานีแล้วเว้นระยะไป 5 วัน ก่อนจะเริ่มเวียนมาเก็บที่สถานีเดิมอีกในวันที่ 6 ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลการกระจายของฝุ่นทุก 15 วัน

ผลจากการศึกษาพบว่า ฤดูแล้งมีระดับ PM10 รายวันสูงกว่าฤดูอื่นๆ สถานีเก็บอากาศทั้งสี่จุดในโครงการมีระดับ PM10 รายวันเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ (120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ในฤดูแล้ง โดยเฉพาะที่อำเภอสารภีและโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยนั้นมีจำนวนวันที่ความเข้มข้น PM10 เกินค่ามาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 5.6 และ 4.0 ของจำนวนวันที่ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด ถือว่าเป็นบริเวณที่ประสบปัญหาคุณภาพอากาศรุนแรงกว่าสถานีเก็บอากาศโรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่และชุมชนไก่แก้วจังหวัด ลำพูน ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของความเข้มข้น PM_{10} ตลอดระยะเวลาการตรวจวัดของแต่ละสถานีตรวจวัด สามารถเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้คือ ที่ว่าการอำเภอสารภี > โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย > ชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูน > โรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่ นอกจากนี้ยังพบว่าความเข้มข้นฝุ่นขนาดต่างๆต่อปริมาณฝุ่นรวมนั้นมีสัดส่วนที่คล้ายคลึงกันทุกฤดูกาลและทุกสถานีตรวจวัดดังนี้คือ PM >10 :24-42% PM

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5-10 : 21-34% PM1.0-2.5 : 13-20% PM 0.5-1.0 : 9-18% และ PM0.1-0.5 : 7-13% ตามลำดับ ที่ที่ว่าการอำเภอสารภีและชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูนพบมีความเข้มข้น $PM_{2.5}$สูงกว่าค่ามาตรฐาน $PM_{2.5}$ เฉลี่ย 24 ชั่วโมงของ USEPA (35 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) คิดเป็นร้อยละ 52 และ 44 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นความรุนแรงของปัญหาคุณภาพอากาศในฤดูแล้งและความสำคัญของการตรวจวัดปริมาณ $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศรวมทั้งความจำเป็นในการตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่อำเภอสารภีและจังหวัดลำพูน ผลการวิเคราะห์สัดส่วนแหล่งกำเนิดโดยวิธีองค์ประกอบหลักสัมบูรณ์ (Absolute Principal Component Analysis : APCA) แสดงให้เห็นว่าโดยส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดมาจากการเผาไหม้พืช วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ขยะ การจราจร และฝุ่นทุติยภูมิ ดังนั้นการลด ละ เลิกการเผาพืชและขยะในที่โล่งทุกฤดูกาลและการป้องกันไฟป่าจึงถือเป็นหัวใจสำคัญในการลดความเข้มข้น PM10 ในอากาศบริเวณจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน อย่างไรก็ตามกรณีที่ต้องการลดความเป็นพิษของฝุ่นอันเนื่องมาจาก PAHs นั้นพบว่าการเลิกเผาพืชและป้องกันไฟป่าเท่านั้นยังไม่เพียงพอ จำเป็นจะต้องมีมาตรการลดจำนวนยานพาหนะบนถนนตลอดจนปรับปรุงคุณภาพไอเสียยานพาหนะควบคู่กันไปด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Abstract

Project Code : RDG 4830010

Project Title : Investigation of Particulate Matters in Chiang Mai and Lumphun Ambient Air

Investigators : 1. Associate Professor Dr. Khajornsak Sopajaree

2. Assistant Professor Dr. Petch Pengchai

Department of Environmental Egineering/ National Research Center for Environmental and Hazardous Waste Management (NRC-EHWM)

Faculty of Engineering, Chiang Mai University

Email address : pompoon@eng.cmu.ac.th

Main objective of this study was to investigate the quantity of particulate matters in Chiang Mai and Lamphun from June 2005 to June 2006. The particulate matters in this project were categorized into 2 groups. The first one is daily PM10 which was collected every 3 days from 4 sampling stations using high volume air sampler. The second one is the group of 5 size – PMs, particle with diameter of greater than 10 micron (PM >10), particle with diameter in the range of 2.5-10 micron (PM 2.5-10), PM1.0-2.5, PM0.5-1.0 and PM 0.1-0.5, which were collected every 15 days from each sampling station by cascade impactor. The result of this study revealed that PM10 concentrations in wet season are higher than those in other seasons. According to the percentages of numbers of data that daily PM10 concentrations exceeded the 24-hour national standard, the pollution situations in Saraphee government building (5.6%) and Yuparaj school (4%) sampling stations were found to be severer than those in municipal hospital (0.8%) and Kaikeaw community (0.8%) sampling stations. The sampling stations can be sorted in descending order of higher average PM10 concentrations as following, Saraphee > Yuparaj > municipal hospital > Kaikeaw. The percentages of 5 sizes – PMs at 4 sampling stations were almostly found in the same level all year round : PM >10 : 24-42%, PM 2.5-10 : 21-34%, PM 1.0-2.5 : 13-20%, PM 0.5-1.0 : 9-18%, and PM 0.1-0.5 : 7-13%. In terms of daily $PM_{2.5}$ pollution, situation in Saraphee (52% data exceeded the 24-hour USEPA standard) and Kaikeaw (44% data exceeded the 24-hour USEPA standard) appeared to be more serious than the other 2 stations. These results indicated the urgency for Chiang Mai and Lamphun provinces to have

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

more effective strategy to control the PM10 pollution during dry season, especially that at Saraphee and Yuparaj as well as the PM2.5 pollution at Saraphee and Kaikeaw. The installation of PM monitoring station at Saraphee and Lamphun was also suggestive. The result of source apportionment using Absolute Principal Component Analysis (APCA) showed that vegetative burning (including forest fire and agricultural wastes burning), solid waste burning, traffic and secondary particles were the main sources of PM10 in Chiang Mai and Lamphun provinces. The prevention of vegetative burning activities such as forest fire was recommended as the key solution for PM10 pollution control. However, in order to reduce the toxicity of particulate matters due to the presence of PAHs, the above solution has to be done along together with the development of exhaust gas quality and the reduction of vehicle numbers.

คำสำคัญ : PM10, PM2.5, Chiang Mai, vegetative burning, Absolute Principal Component Analysis : APCA

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ฝุ่นละอองในอากาศเป็นปัญหามลพิษที่สำคัญปัญหาหนึ่งซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อมนุษย์ในด้านผลกระทบต่อสุขภาพ มีรายงานหลายฉบับได้สรุปว่าปริมาณฝุ่นในอากาศมีความสัมพันธ์กับอัตราการตายรวมทั้งการเจ็บป่วยของมนุษย์ด้วยโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ (Abbey, D.E และคณะ, Brunekreef, B. และคณะ, Dockery, D.W. และคณะ, Pope III, C.A. และคณะ, Englert, N, และอรุบล โชติพงค์) นอกจากนี้ยังเป็นที่ทราบกันว่าขนาดฝุ่นยิ่งเล็กก็ยิ่งเข้าสู่ระบบหายใจได้ง่ายโดยเฉพาะฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (Particulate Matter PM10) กล่าวกันว่าสามารถเข้าไปถึงระบบหายใจระดับลึกจนได้รับการขนานนามเป็น "ฝุ่นที่ถูกหายใจเข้าได้" หรือ inhalable particle (Englert, N.)

นอกจากนี้ผลกระทบต่อสุขภาพของฝุ่นยังเกิดจาก ผลกระทบจากฝุ่นละเอียด (Fine particle) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตามพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของฝุ่นในกระแสอากาศ (Aerodynamic Diameter) เท่ากับหรือเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) และบางส่วนเป็นการศึกษาผลกระทบจากฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับหรือเล็กกว่า 10 ไมครอน(PM_{10}) รวมทั้งฝุ่นหยาบ (Coarse particle) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจาก 10 ถึง 2.5 ไมครอน(PM_{10}-$PM_{2.5}$) ซึ่ง USEPA จำแนกฝุ่นหยาบเป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 2.5 และ 10 ไมครอน เกิดจากวัตถุที่ถูกทุบ ตี บด กระแทกจนแตกออกเป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ เมื่อถูกกระแสลมพัดก็จะปลิวกระจายตัวอยู่ในอากาศ รวมถึงฝุ่นที่ฟุ้งกระจายจากพื้นที่ว่างเปล่า ส่วนช่วงของฝุ่นละเอียด เป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ตั้งแต่ 2.5, 2.1 หรือ 1 ไมครอนลงมา ซึ่งเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาต่าง ๆ ในบรรยากาศ โดยส่วนใหญ่จะเป็นการรวมตัวด้วยการควบแน่น (Condensation) และการจับตัวติดกัน (Coagulation) ปัจจุบันฝุ่นละเอียดมักจะใช้อธิบายถึงฝุ่นละเอียดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอน

คุณภาพอากาศพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ มีการยืนยันว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศมีค่าสูงเกินมาตรฐานในฤดูหนาวอันอาจมีสาเหตุมาจากการเผาใบไม้ในฤดูหนาวและการจราจรที่เพิ่มมากขึ้นทุกวัน โดยในปี 2538 มีปริมาณรถยนต์ถึง 900,000คันและรถจักรยานยนต์ 700,000 คัน (City life,Chiangmai) นอกจากนี้พบว่า (จำนวนรถยนต์จดทะเบียนในปี 2536 ซึ่งมี 483,260 คัน เพิ่มขึ้นเป็น 559,476 คันในปี 2541 (คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่) และมีรายงานว่าประชากรในจังหวัดเชียงใหม่มีอัตราการตายด้วยโรคมะเร็งปอดสูงที่สุดในประเทศ โดยผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดมีจำนวนมากจัดเป็นอันดับหนึ่งของผู้ป่วยมะเร็งทุกชนิดในรอบ 5 ปีระหว่างปี พ.ศ.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2534-2538 (Deerasamee S. และคณะ, Vatanasapt V. และคณะ) นอกจากนี้พบว่าผู้คนที่อาศัยใน จ. เชียงใหม่ในปี 2537 มีปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจถึง 33% และเพิ่มขึ้นเป็น 45% ในปี 2542 (City life,Chiangmai) และเฉลิม ลิ่วศรีสกุล และคณะได้ทำการวิจัยปัญหามลพิษอากาศต่อการทำงานของปอด:การศึกษาในตำรวจจราจร ในเมืองเชียงใหม่ ซึ่งการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงความผิดปกติทั้งอาการของโรคระบบทางเดินหายใจและความผิดปกติของสมรรถภาพปอดของตำรวจจราจรซึ่งมีโอกาสสัมผัสกับมลพิษทางอากาศในรูปของฝุ่นธาตุมากที่สุดการตรวจพบฝุ่นธาตุบนหน้ากากของตำรวจจราจรเป็นสิ่งที่ยืนยันว่ามีการสัมผัสกับฝุ่นธาตุจริง อาการทางระบบทางเดินหายใจที่พบได้บ่อยที่สุดคือ อาการไอ จากการศึกษาปริมาณ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ รายวันช่วงปี 2541-2542 พบว่า ปริมาณ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ มีค่าอยู่ในช่วง 15.39-138.31 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร และ 27.29-173.40 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับซึ่งจะมีค่าสูงในช่วงเดือนธันวาคม 2541 ถึงเมษายน 2542 ซึ่งค่าเฉลี่ยรายวันของ $PM_{2.5}$ จะมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน $PM_{2.5}$ ของ USEPA 3-6 เท่า ซึ่งรายงานยังระบุว่าค่า $PM_{2.5}$ รายวันในฤดูหนาวมีค่าสูงซึ่งอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ (Vinitketkumnuen U. และคณะ 2002) แต่ข้อมูลที่มีก็ยังไม่เพียงพอจะสรุปถึงความเกี่ยวข้องของปริมาณและส่วนประกอบของฝุ่นที่มีต่ออัตราการเจ็บป่วยของชาวเชียงใหม่ด้วยโรค ดังกล่าว รวมทั้งไม่สามารถระบุแหล่งกำเนิดของฝุ่นเหล่านั้นได้ เนื่องจากยังไม่มีการศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์แหล่งกำเนิดของสารมลพิษ (Source Apportionment) ในจังหวัดเชียงใหม่ อย่างจริงจังซึ่งนำไปสู่นโยบายในการลดมลภาวะทางอากาศ นอกจากนี้ในกรณีของจังหวัดลำพูน แม้เป็นที่ทราบกันว่าเป็นจังหวัดที่ประชากรมีความเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศเนื่องจากเป็นแหล่งที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรมและมีการเผาใบไม้ในฤดูหนาวมากเช่นเดียวกับจังหวัดเชียงใหม่ แต่ก็ยังขาดข้อมูลปริมาณและส่วนประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศตลอดปีที่สามารถนำไปใช้คาดคะเนผลกระทบทางสุขภาพของฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศที่มีต่อประชาชนในจังหวัดลำพูนได้

ดังนั้นในการวิจัยโครงการการสำรวจปริมาณฝุ่นในอากาศภายในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูนจะทำให้ได้รายละเอียดของข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้คือ ก) ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ ในอากาศบริเวณจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูนที่มีการสัญจรไปมาของประชากรสูงและ/หรือมีผู้ป่วยด้วยโรคที่เกี่ยวข้องกับทางเดินหายใจ ข) ข้อมูลเกี่ยวกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ ในอากาศบริเวณดังกล่าวภายในแต่ละช่วงเวลา ค) ข้อมูลเกี่ยวกับส่วนประกอบของสารมลพิษที่ติดอยู่ที่ฝุ่นโดยเฉพาะ PM_{10} ง) ข้อมูลความเป็นพิษและผลกระทบอื่น ๆ ต่อสุขภาพของฝุ่นขนาดต่าง ๆ โดยเฉพาะ PM_{10} และ จ) ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดฝุ่นในอากาศ จึงถือเป็นกุญแจสำคัญที่สามารถใช้เป็นหลักในการตัดสินใจวางแผนเพื่อป้องกันคุณภาพชีวิตมนุษย์และอนุรักษ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมจากปัญหาดังที่กล่าวไว้ข้างต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 สำรวจปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ ในอากาศภายในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน เพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานฝุ่นในอากาศ

1.2.2 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ และการกระจายของขนาดฝุ่นภายในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูนในรอบปี

1.2.3 ส่งตัวอย่างฝุ่น PM_{10} (Particulate matter less than 10 μm) ให้กลุ่มวิจัยคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของฝุ่นในอากาศภายในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน

1.2.4 ส่งข้อมูลระดับรายวันของฝุ่น PM_{10} ให้กลุ่มวิจัยคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทำการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ป่วยโรคหอบหืดในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน

1.3 รายละเอียดกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำเนินการวิจัย

เพื่อให้การดำเนินการวิจัยบรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัยจึงได้กำหนดแผนกิจกรรมหลักที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ รวมทั้งผลลัพธ์ (Output) ที่คาดว่าจะได้รับดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนกิจกรรมหลักของโครงการ

วัตถุประสงค์	กิจกรรมหลัก	กิจกรรมรอง	ช่วงระยะเวลาดำเนินการ
1. สำรวจปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ ในอากาศภายในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูนเพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานฝุ่นในอากาศ	1.1 การเตรียมความพร้อม	1.1.1 อบรมผู้ทำหน้าที่เก็บตัวอย่างฝุ่นและจัดเตรียมห้องปฏิบัติการ 1.1.2 เตรียมความพร้อมอุปกรณ์ และสถานที่ในการเก็บตัวอย่าง	มิ.ย. 48
	1.2 เก็บตัวอย่างฝุ่น	1.2.1 เก็บตัวอย่าง PM_{10} และ PM 5 ขนาด	มิ.ย. 48 – มิ.ย. 49

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1.1 กิจกรรมหลักของโครงการ (ต่อ)

วัตถุประสงค์	กิจกรรมหลัก	กิจกรรมรอง	ช่วงระยะเวลาดำเนินการ
1. สำรวจปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ ในอากาศภายในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูนเพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานฝุ่นในอากาศ	1.3 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานฝุ่นในอากาศ	1.3.1 วิเคราะห์ค่าสูงสุดต่ำสุดและค่าเฉลี่ยของ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานฝุ่นในอากาศของประเทศไทยและต่างประเทศ	มิ.ย. 48 – ส.ค. 49
2. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ และการกระจายของขนาดฝุ่นภายในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูนในรอบปี	2.1 เก็บตัวอย่างฝุ่นขนาดต่าง ๆ	2.1.1 เก็บตัวอย่าง PM_{10} และ PM 5ขนาด	มิ.ย. 48 – มิ.ย. 49
	2.2 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงและการกระจายของปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ	2.2.1 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของ PM_{10} และในรอบปีและหาความสัมพันธ์กับ ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยารวมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณ PM_{10} ที่วัดได้ใน 4 สถานีเก็บตัวอย่าง	ธ.ค. 48 – ก.ย. 49
	2.2 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงและการกระจายของปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ	2.2.2 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของ PM 5 ขนาดในรอบปีและเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณ PM ดังกล่าวที่วัดได้ใน 4 สถานีเก็บตัวอย่าง	เม.ย. 49 – ก.ย. 49

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1.1 กิจกรรมหลักของโครงการ (ต่อ)

วัตถุประสงค์	กิจกรรมหลัก	กิจกรรมรอง	ช่วงระยะเวลาดำเนินการ
3. ส่งตัวอย่าง PM_{10} ให้กลุ่มวิจัยคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	3.1 ส่งตัวอย่างฝุ่นให้กลุ่มวิจัยคณะวิทยาศาสตร์	3.1.1 ส่งตัวอย่างฝุ่นให้กลุ่มวิจัยคณะวิทยาศาสตร์	พ.ค. 48 – ก.ค. 49
		3.1.2 ขอข้อมูลส่วนประกอบทางเคมีของฝุ่น PM_{10} จากกลุ่มวิจัยคณะวิทยาศาสตร์ และหาข้อมูลส่วนประกอบทางเคมีของฝุ่นที่ถูกปล่อยจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ	ธ.ค. 48 – มิ.ย 49
		3.1.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อระบุแหล่งกำเนิดที่เป็นไปได้ของตัวอย่างฝุ่น PM_{10} ที่เก็บในโครงการนี้	เม.ย. 49 – ก.ย 49
4. ส่งข้อมูลระดับรายวันของฝุ่น PM_{10} ให้กลุ่มวิจัยคณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	4.1 ส่งข้อมูลระดับรายวันของฝุ่น PM_{10} ให้กลุ่มวิจัยคณะวิทยาศาสตร์	4.1.1 ส่งข้อมูลระดับรายวันของฝุ่น PM_{10} ให้กลุ่มวิจัยคณะวิทยาศาสตร์	พ.ค. 48 – ก.ค. 49
5. จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์เสนอต่อ สกว.	5.1 จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์เสนอต่อ สกว.		ก.ย.49
	5.2 เขียนบทความเสนอต่อที่ประชุมทางวิชาการและวารสารทางวิชาการ		

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หมายเหตุ 1. จำนวนวันที่ใช้เป็นการคาดการณ์จำนวนเวลาที่จะต้องดำเนินการจริง โดยเทียบ 1 วัน เท่ากับ 8 ชั่วโมง

2. จำนวนวันในการเก็บตัวอย่างอาจมากกว่าแผน ซึ่งอาจเนื่องมาจากการผิดพลาดของเครื่องมือ หรือการเก็บตัวอย่างในบางวันไม่เป็นไปตามข้อกำหนดการเก็บอากาศ เช่น เครื่องทำงานน้อยกว่า 2 ชั่วโมง หรือมากกว่า 25 ชั่วโมง หรืออัตราการดูดอากาศตั้งต้นกับสุดท้ายมีความต่างมากกว่าข้อกำหนดคือ 1.02-1.24 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง เป็นต้น

1.4 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากผลการศึกษาจะทำให้ได้ทราบปริมาณฝุ่น PM_{10} และฝุ่นขนาดต่าง ๆ (5 ขนาด) จากการตรวจวัดทั้ง 4 สถานีเก็บตัวอย่างอากาศ ข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สามารถนำมาใช้ในการวางแผนจัดการคุณภาพอากาศของจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดลำพูน พร้อมทั้งข้อมูลความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่น PM_{10} กับข้อมูลอุตุนิยมวิทยา เป็นแนวทางที่อาจใช้ในการประเมินคุณภาพอากาศได้อย่างคร่าว ๆ ซึ่งใช้ในการเฝ้าระวังสภาพอากาศ

นอกจากนี้ข้อมูลจากการวิเคราะห์แหล่งกำเนิดหลักของฝุ่น และสัดส่วนของฝุ่นว่ามาจากแหล่งกำเนิดใด สามารถใช้ในการควบคุมแหล่งกำเนิดหรือป้องกันในระดับนโยบายและปฏิบัติของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไปได้ ทั้งนี้รวมถึงการใช้ข้อมูลอธิบายความสัมพันธ์ของการเกิดโรคทางเดินหายใจกับปริมาณฝุ่น แหล่งกำเนิด และสัดส่วนของฝุ่นขนาดเล็กและใหญ่ได้ในกลุ่มวิจัยทางการแพทย์

1.5 รายชื่อผู้ร่วมวิจัย

1.5.1 รองศาสตราจารย์ ดร.ขจรศักดิ์ โสภาจารีย์	หัวหน้าโครงการ
1.5.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพชร เพ็งชัย	นักวิจัยหลัก
1.5.3 น.ส.สุวนิตย์ ทองหนุน	ผู้ช่วยวิจัย
1.5.4 น.ส.นฤมล เที่ยงวิริยะ	ผู้ช่วยวิจัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 2 ระเบียบวิธีวิจัย

แนวทาง/ขั้นตอนการดำเนินงาน ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับสมมติฐานการวิจัย พื้นที่ที่ศึกษา และวิธีการวางแผนการดำเนินงานรวมทั้งวิธีดำเนินการวิจัย (Research Methodology) วิธีการเก็บข้อมูล ฯลฯ

2.1 การกำหนดสถานีเก็บตัวอย่างฝุ่นในโครงการ

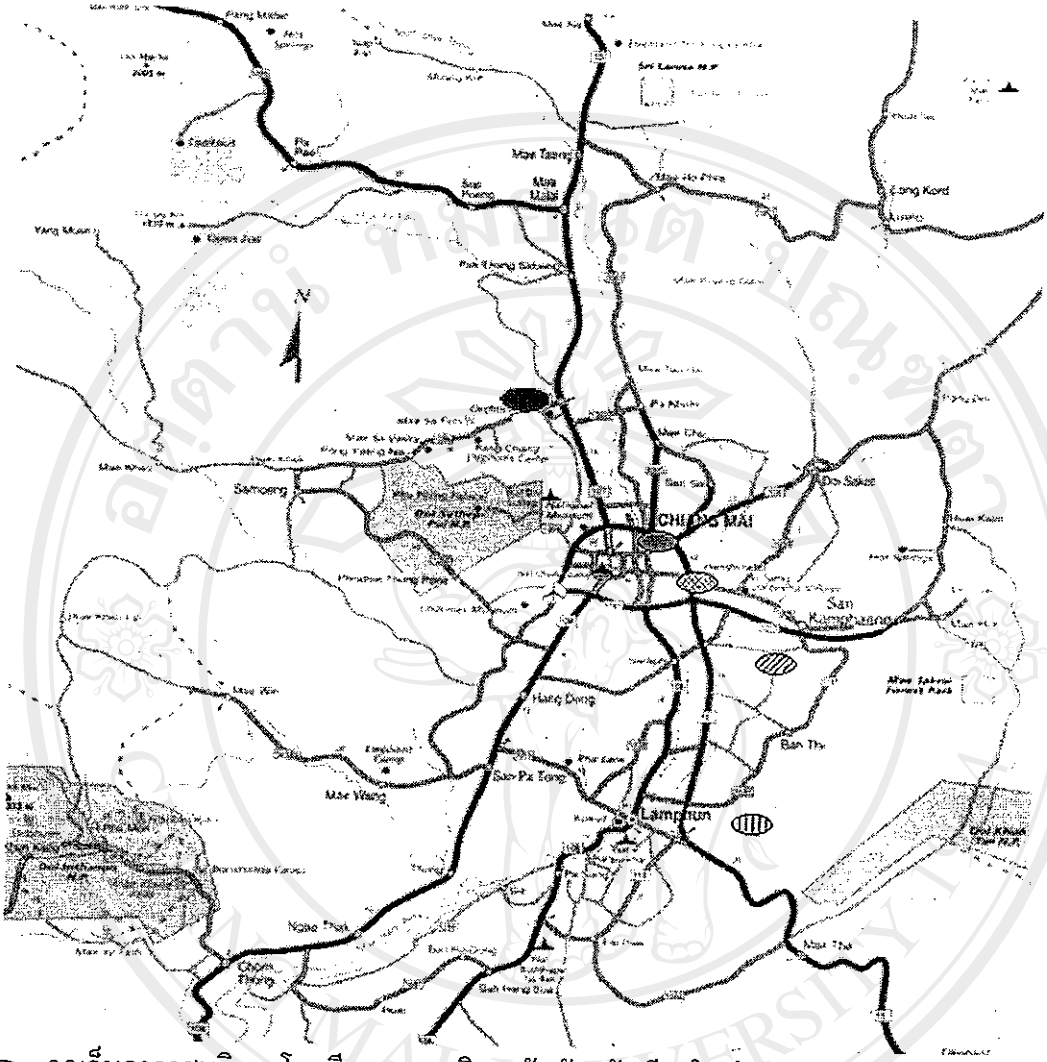
จังหวัดเชียงใหม่ตั้งอยู่ทางทิศเหนือของประเทศไทย เส้นรุ้งที่ 16 องศาเหนือ และเส้นแวงที่ 99 องศาตะวันออก สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,027 ฟุต (310 เมตร) เชียงใหม่เป็นจังหวัดที่มีสภาพอากาศค่อนข้างเย็นเกือบตลอดทั้งปี มีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี 25.4 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 31.8 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 20.1 องศาเซลเซียส สภาพภูมิอากาศจังหวัดเชียงใหม่อยู่ภายใต้อิทธิพลลมมรสุม 2 ชนิด คือลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยทั่วไปแล้วพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่เป็นป่าละเมาะและภูเขา มีที่ราบอยู่ตอนกลางตามสองฝั่งแม่น้ำปิง ซึ่งลักษณะทางภูมิศาสตร์ และอุตุนิยมวิทยานี้ เป็นส่วนหนึ่งที่มีผลต่อการกระจายตัวของมลพิษทางอากาศของจังหวัดเชียงใหม่ โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกจุดเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นจำนวน 4 จุด ดังตารางที่ 2.1 และรูปที่ 2.1 นอกจากนี้เพื่อเปรียบเทียบปริมาณ PM10 ของสถานีเก็บตัวอย่างอากาศกับพื้นที่ทั่วไปที่ได้รับผลกระทบน้อย (Background) ได้กำหนดให้สถานีเก็บตัวอย่างอากาศที่แม่ริม ของกลุ่มวิจัยคณะแพทยศาสตร์เป็นจุดเก็บอากาศที่เป็นพื้นที่ได้รับผลกระทบน้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.1 สถานีเก็บตัวอย่างอากาศในงานวิจัย

สถานีเก็บตัวอย่าง	แนวโน้มด้านความเสี่ยงต่อผลกระทบทางสุขภาพ	ข้อมูลฝุ่นกิจกรรมหลักในพื้นที่
ตลาดวโรรส อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ (ตำแหน่งพิกัด: เส้นรุ้ง-18 47 25 เหนือ เส้นแวง 98 59 18 ตะวันออก)	มีรายงานว่าอนุภาคฝุ่นในอากาศมีความเป็นพิษตลอดทั้งปี (Vinitketkumnuen U., 2002)	ย่านที่มีประชากรสัญจรหนาแน่น และประกอบการพาณิชย์ ในตัวเมืองเชียงใหม่
หน้าที่ว่าการอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ (ตำแหน่งพิกัด: เส้นรุ้ง-18 47 46 เหนือ เส้นแวง 99 02 11 ตะวันออก)	มีรายงานว่าประชากรมีอัตราการเจ็บป่วยด้วยโรคทางเดินหายใจสูง (Vinitketkumnuen U., 2002)	ย่านสถานที่ราชการและการจราจรหนาแน่นนอกตัวเมืองเชียงใหม่
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ (ตำแหน่งพิกัด: เส้นรุ้ง- 18 47 27เหนือ เส้นแวง 98 59 18 ตะวันออก)	ยังไม่มีข้อมูลด้านสุขภาพ	ย่านที่พักอาศัย สถานที่ราชการ และจราจรหนาแน่นใจกลางเมืองของจังหวัดเชียงใหม่
ชุมชนไก่แก้ว อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน (ตำแหน่งพิกัด: เส้นรุ้ง-18 35 23 เหนือ เส้นแวง 99 00 52 ตะวันออก)	ยังไม่มีข้อมูลด้านสุขภาพ	เป็นข้อมูลฝุ่นในย่านที่พักอาศัยและการจราจรเบาบางใจกลางเมืองของจังหวัดลำพูน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



จุดเก็บอากาศบริเวณ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่

จุดเก็บอากาศบริเวณ โรงพยาบาลเทศบาล ตลาดวโรรส อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

จุดเก็บอากาศบริเวณหน้าที่ว่าการอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่

จุดเก็บอากาศบริเวณชุมชนไก่แก้ว จังหวัดลำพูน

จุดเก็บอากาศบริเวณ อ.แม่ริม

รูปที่ 2.1 แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างฝุ่นในโครงการ

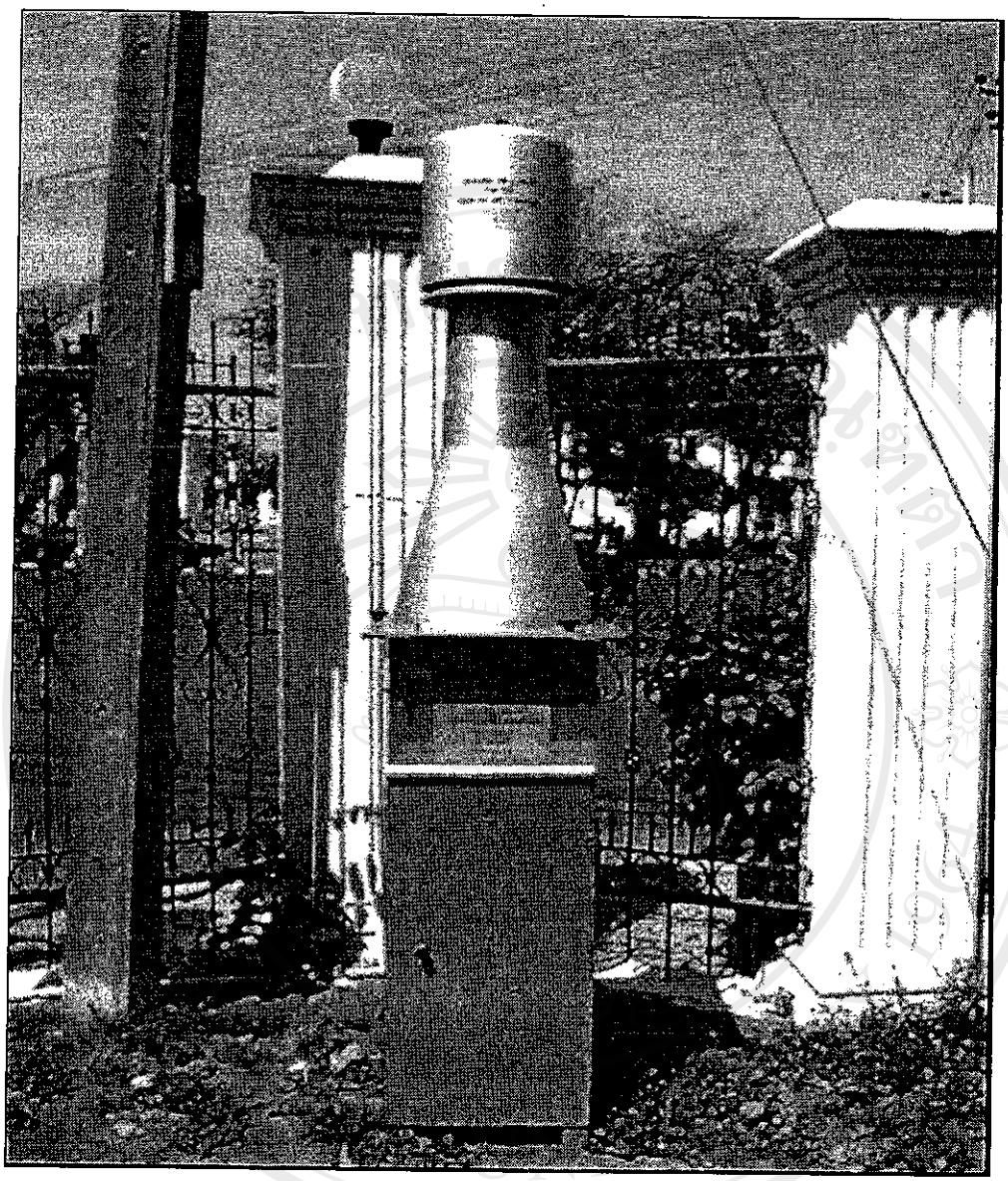
การตรวจวัดคุณภาพอากาศจะทำการตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM10 และการกระจายของฝุ่น (PM 5 ขนาด) โดยใช้อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นดังต่อไปนี้

2.1.1 High Volume PM10 Air Sampler (Wedding & Associates Inc, USA.)

การเก็บอนุภาคฝุ่นครั้งนี้ใช้เครื่องเก็บอากาศ High Volume PM10 Air Sampler (Wedding & Associates Inc, USA.) จำนวน 1 เครื่อง ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น การทำงานของเครื่อง High Volume PM10 Air Sampler จะเก็บฝุ่นด้วยวิธี Gravimetric Method โดยอากาศที่อยู่โดยรอบจะถูกดูดผ่านเครื่อง โดยผ่านการทำงานของปั๊มดูดอากาศ ซึ่งจะทำให้อากาศผ่านมาด้วยอัตราการไหลประมาณ 1,130 ลิตรต่อนาที ซึ่งจะทำให้ฝุ่นที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศถูกดูดเข้าไปกระทบกระดาษกรองในตัวเครื่อง ซึ่งผลต่างของน้ำหนักกระดาษกรองภายหลังและก่อนจะทำให้ทราบปริมาณฝุ่นที่ผ่านเข้ามา ส่วนอากาศที่ไหลผ่านเข้าในเครื่องจะถูกบันทึกอัตราการไหลได้ตลอดเวลา เพื่อนำมาคำนวณปริมาตรอากาศทั้งหมดที่ผ่านเข้ามา และจากน้ำหนักฝุ่นและปริมาตรอากาศนี้จะทำให้ทราบถึงความเข้มข้นของฝุ่นในบรรยากาศ

ก่อนเริ่มโครงการ เครื่อง High Volume PM10 Air Sampler จะต้องทำการ Calibrate เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง โดยรายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ก หลังจากนั้นได้ทำการ calibrate เครื่อง และทดสอบเดินเครื่องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากการทดสอบครั้งนี้พบว่าเครื่องสามารถทำงานได้ครบ 24 ชั่วโมงทั้ง 4 เครื่อง ถึงแม้ว่าจะมีเครื่องซึ่งดับก่อนกำหนด แต่สามารถเดินเครื่องได้ไม่น้อยกว่า 23 ชั่วโมงถือว่ายอมรับได้ แต่ต้องไม่เกิน 25 ชั่วโมง (Reference Method for the Determination of Particulatematter as PM10 in the Atmosphere (High-Volume PM10 Sampler Method)) หลังจากนั้นได้เริ่มการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM 10 ตามแผนงาน ซึ่งตัวอย่างการติดตั้งเครื่อง High Volume PM10 Air Sampler แสดงไว้ดังรูปที่ 2.2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.2 High Volume PM10 Air Sampler (Wedding & Associates Inc, USA.)

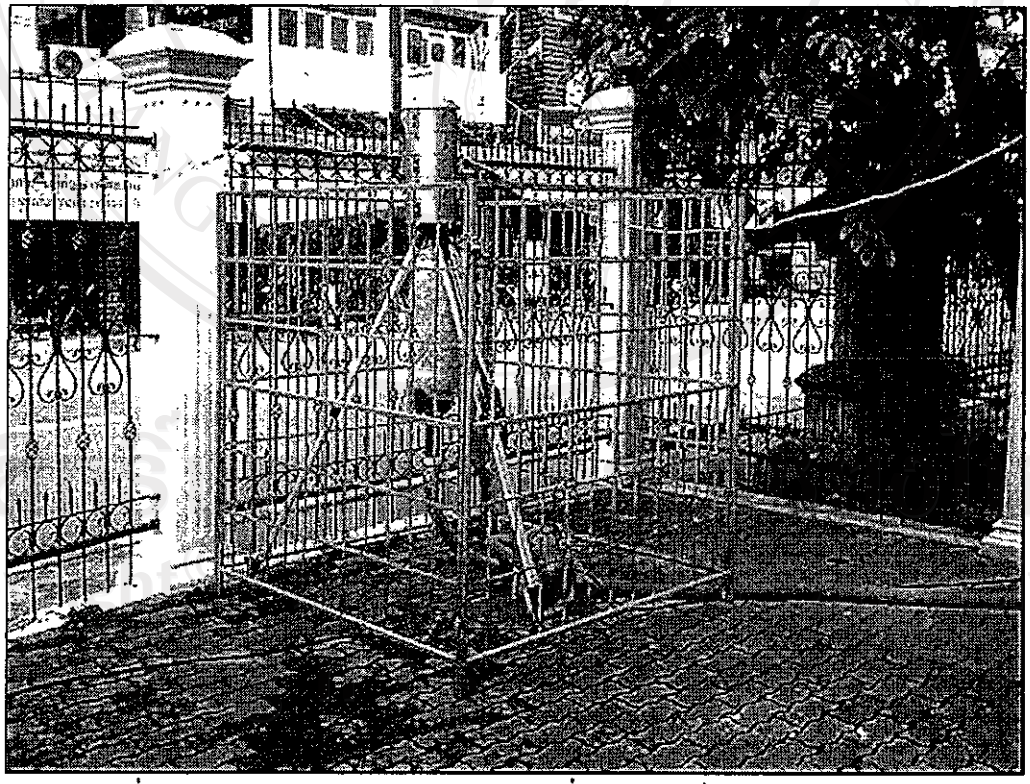
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.2 Cascade Impactor

การหาการกระจายขนาดของอนุภาคฝุ่นละอองโดยใช้เครื่อง high volume cascade impactor (Chemvol model 2400; Rupprecht & Patashnick Co., Inc.) จำนวน 1 เครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 2.3 หมุนเวียนไปตามแต่ละจุดเก็บตัวอย่างทุก 15 วัน อุปกรณ์ใช้หลักการทำงานแบบ conventional inertial impaction โดยจะประกอบเข้ากับปั๊มซึ่งมีอัตราการดูดอากาศประมาณ 760±40 ลิตรต่อนาที ซึ่งในการติดตั้งเครื่องจริงไม่สามารถควบคุมอัตราการดูดอากาศได้ ทำให้อัตราการดูดอากาศต่ำกว่าค่าที่แนะนำ 34% ของข้อมูลทั้งหมด อนุภาคฝุ่นที่อยู่ในอากาศจะผ่าน orifice ขนาดต่าง ๆ ของ impactor และตกกระทบกับ filter ซึ่งเป็น polyurethane foam ซึ่งจะมีเฉพาะขนาดที่

ต้องการตรวจวัดเท่านั้นที่จะตกกระทบกับ filter พอดี ส่วนขนาดที่เล็กกว่าจะผ่านไปยังชั้นต่อไป โดยจะผ่าน orifice ที่ออกแบบ สำหรับกำจัดอนุภาคฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า PM_{10} ก่อน แล้วตามด้วย $PM_{2.5}$ $PM_{1.0}$ $PM_{0.5}$ $PM_{0.1}$ ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าใน filter ชั้นแรกจะพบอนุภาคฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน และชั้นถัดมาจะมีอนุภาคระหว่างขนาด 2.5-10 ไมครอน 1.0-2.5 ไมครอน 0.5-1.0 ไมครอน และ 0.1-0.5 ไมครอน ตามลำดับ สำหรับระยะเวลาการเก็บอากาศจะเก็บ 24 ชั่วโมง ตั้งแต่ 10:00 น. จนถึง 10:00 น. ของอีกวัน การตั้งเวลาใช้ระบบดิจิตอล สามารถตั้งเวลาเปิดปิดอัตโนมัติได้ และที่ตัวเครื่องจะมีมาตรวัดความดันบรรยากาศและ pressure drop นำข้อมูลดังกล่าวคำนวณ หาอัตราการไหลของอากาศ และชั่งน้ำหนักของ filter ก่อนและหลัง ผลต่างที่ได้คือปริมาณฝุ่น นำค่าทั้งหมดมาคำนวณหาปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นแต่ละขนาดได้

เครื่อง high volume cascade impactor นี้ ไม่ต้อง calibrate ก่อน เพราะในการเดินเครื่องแต่ละครั้งค่าความดันจะต่างกัน เมื่อนำไปคำนวณหาอัตราการไหลของอากาศตามโปรแกรมที่ให้มาพร้อมกับเครื่องจะมีการคำนวณปรับแก้โดยอัตโนมัติ สำหรับที่สถานีเก็บตัวอย่างอากาศ จ.ลำพูนในระยะแรกไม่สามารถเก็บตลอด 24 ชั่วโมงได้ เพราะมีปัญหาเรื่องความปลอดภัยใน 2 ครั้งแรก ช่วงเวลาในการเก็บอากาศจึงทำได้เพียง 12 ชั่วโมง เท่านั้น



รูปที่ 2.3 High volume cascade impactor ที่ใช้ในการเก็บอนุภาคฝุ่น 5 ขนาด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3 การกำหนดระยะเวลาการเก็บตัวอย่างฝุ่น

ในการเก็บตัวอย่างฝุ่นPM10จะทำการเก็บ 3 วันครั้ง ครั้งละ 24 ชั่วโมง โดยเก็บพร้อมกันทั้ง 4 สถานีเก็บตัวอย่าง ซึ่งจะมีเจ้าหน้าที่วิจัยภาคสนามประจำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างทุกสถานี ส่วนการเก็บ ตัวอย่างการกระจายของฝุ่นโดยเครื่อง Cascade Impactor นั้นจะทำการเก็บ 3 วันครั้ง ครั้งละ1 สถานีเก็บตัวอย่าง ตัวอย่างละ 12-24 ชั่วโมง หมุนเวียนกันไปเรื่อย ๆ จนครบ 4 สถานีแล้วเว้นระยะไป 5 วัน ก่อนจะเริ่มเวียนมาเก็บที่สถานีเดิมอีกในวันที่ 6 ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลการกระจายของฝุ่นทุก 15 วันสำหรับหนึ่งสถานีเก็บตัวอย่าง ทั้งนี้ได้เริ่มเก็บตัวอย่างการกระจายของฝุ่นสถานีแรกที่สถานีเก็บอากาศบริเวณโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ที่เวลา 10:00 น. พร้อมกับการเก็บ ตัวอย่างฝุ่น PM10 อนึ่ง จำนวนกระดาษกรองและ PUF ทั้งหมดที่คาดว่าจะใช้ในโครงการได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 จำนวนกระดาษกรองที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างทั้งโครงการ

<table>
<tr><td colspan="2">หัวข้อ</td><td colspan="2">รายละเอียด</td></tr>
<tr><td colspan="2">จำนวนจุดเก็บตัวอย่าง</td><td colspan="2">4</td></tr>
<tr><td rowspan="2">อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง</td><td>PM10</td><td colspan="2">เครื่อง High volume air samplerจำนวน 4 เครื่อง</td></tr>
<tr><td>PM 5 ขนาด</td><td colspan="2">เครื่อง High volume cascade impactor sampler จำนวน 1เครื่อง</td></tr>
<tr><td colspan="2">พารามิเตอร์หลักที่ทำการวิเคราะห์</td><td colspan="2">ปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ ในอากาศโดยวิธี Electronic analytical balance</td></tr>
<tr><td rowspan="8">จำนวนวัสดุกรองที่ใช้ต่อ 1 สถานีเก็บตัวอย่าง</td><td rowspan="4">กระดาษกรองสำหรับ PM10 (Blank = 68 แผ่น)</td><td>ร.พ.เทศบาล</td><td>127 แผ่น (ไม่รวม Blank)</td></tr>
<tr><td>ที่ว่าการอ.สารภี</td><td>127 แผ่น (ไม่รวม Blank)</td></tr>
<tr><td>ร.ร.ยุพราชวิทยาลัย</td><td>127 แผ่น (ไม่รวม Blank)</td></tr>
<tr><td>ชุมชนไก่แก้ว จ.ลำพูน</td><td>127 แผ่น (ไม่รวม Blank)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">PUF สำหรับ PM 5 ขนาด (Blank = 15 แผ่น)</td><td>ร.พ.เทศบาล</td><td>125 แผ่น (filter 5 ขนาดต่อชุด)</td></tr>
<tr><td>ที่ว่าการอ.สารภี</td><td>125 แผ่น (filter 5 ขนาดต่อชุด)</td></tr>
<tr><td>ร.ร.ยุพราชวิทยาลัย</td><td>125 แผ่น (filter 5 ขนาดต่อชุด)</td></tr>
<tr><td>ชุมชนไก่แก้ว จ.ลำพูน</td><td>125 แผ่น (filter 5 ขนาดต่อชุด)</td></tr>
<tr><td colspan="2">จำนวนกระดาษกรองสำหรับ PM10 ทั้งหมดที่ใช้</td><td colspan="2">576 แผ่น</td></tr>
</table>

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หมายเหตุ 1. สถานียุพราชเกิดความเสียหายสูญเสียกระดาษกรอง 2 แผ่นในวันที่ 25/04/06 และ 08/04/06 เนื่องจากเครื่องรั่วไม่สามารถวัด Pf ได้

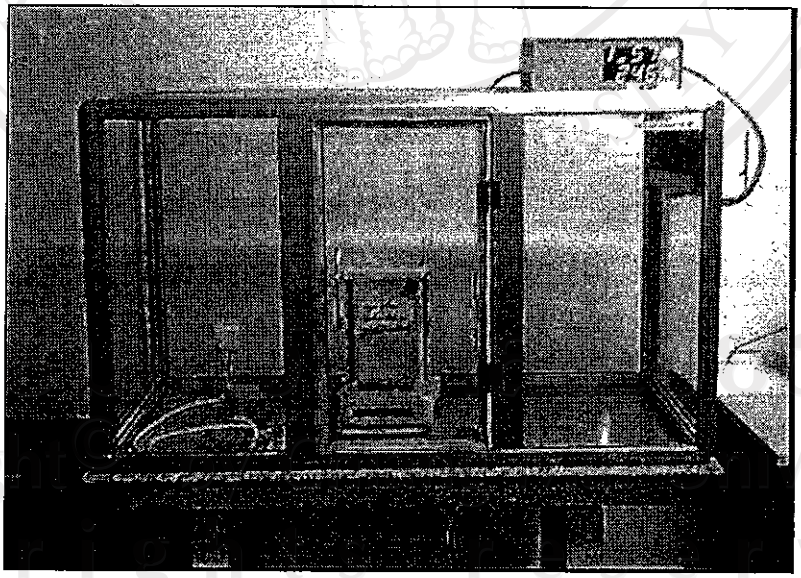
2. สถานีโรงพยาบาลเทศบาลเกิดความเสียหายสูญเสียกระดาษกรอง 1 แผ่นในวันที่ 09/06/06 เนื่องจากเครื่องดับก่อนกำหนดทำให้เก็บตัวอย่างไม่ถึง 23 ชม.

3. สถานีหน้าที่ว่าการอ.สารภี เกิดความเสียหายสูญเสียกระดาษกรอง 1 แผ่นในวันที่ 11/11/05 เนื่องจากเครื่องดับก่อนกำหนดทำให้เก็บตัวอย่างไม่ถึง 23 ชม.

4. สถานีชุมชนไก่แก้ว จ.ลำพูน เกิดความเสียหายสูญเสียกระดาษกรอง 1 แผ่นในวันที่ 18/10/05 เนื่องจากเครื่องล้มทำให้เก็บตัวอย่างไม่ถึง 23 ชม.

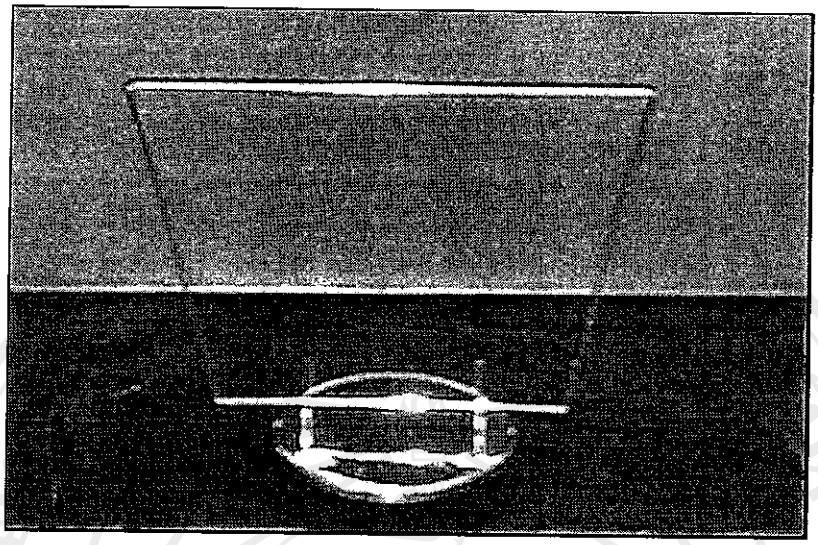
2.4 เครื่องชั่งพร้อมตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

เครื่องชั่งที่ใช้ในการชั่งกระดาษกรองและ PUF เป็นเครื่องชั่ง 5 ตำแหน่งของ Mettler Toledo (U.S.A.) AG285 ซึ่งถูกครอบไว้ด้วยตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของ Dessicator Cabinet DE-300 ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.4 ในการชั่งกระดาษกรองจะใช้แท่นซึ่งจัดทำพิเศษในรูปที่ 2.5 สำหรับชั่งกระดาษกรอง เพื่อความสะดวกในการชั่งและลดความเสี่ยงที่จะทำให้กระดาษกรองเกิดความเสียหาย



รูปที่ 2.4 เครื่องชั่ง 5 ตำแหน่ง และตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.5 แท่นชั่งกระดาษกรองและ PUF

2.5 กระดาษกรอง และ PUF

ในการเก็บอนุภาคฝุ่น PM10 กระดาษกรองเลือกใช้ Quartz Fiber Filter และ Polyurethane foam (PUF) สำหรับการหาการกระจายของฝุ่น โดยใช้เครื่อง Cascade Impactor ซึ่งวัสดุที่เลือกใช้มีคุณสมบัติดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติวัสดุที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น

วัสดุที่เลือกใช้ในการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น	คุณสมบัติ
Quartz Fiber Filter	ความหนาแน่น 6.51 มก./ตร.ซม. สภาพค่อนข้างเป็นกลาง pH 7 ประสิทธิภาพในการกรองเก็บตัวอย่าง 98.5% เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ที่จะต้องนำ filter มาสกัด ทนต่อความกัดกร่อนของสภาพอากาศ และทนอุณหภูมิได้สูงสุดถึง 900 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติวัสดุที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น (ต่อ)

วัสดุที่เลือกใช้ในการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น	คุณสมบัติ
Polyurethane foam (PUF)	- ความหนาแน่น 19-50 มก/ตร.ซม. มีพื้นที่ผิวมาก มีความพรุน 98% ถือว่าไม่มีการสูญเสียของอนุภาคฝุ่นในการกรองเก็บตัวอย่าง - สภาพเป็นกลาง และไม่ไวต่อปฏิกิริยาสามารถนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ทางเคมี ทางกายภาพ และทางพิษวิทยาได้ - มีความยืดหยุ่นสูง ทนต่อการฉีกขาด สามารถตัดหรือดัดแปลงรูปทรงได้ง่าย - ไม่จำเป็นต้องใช้น้ำมันในการเคลือบ filter เพื่อให้อนุภาคฝุ่นเกาะ จึงลดสิ่งรบกวนในการวิเคราะห์ได้ - สามารถเก็บตัวอย่างได้อย่างต่อเนื่องยาวนาน

2.5.1 การกำหนดรหัสกระดาษกรอง

กระดาษกรองที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างฝุ่น PM10 จะมีการกำหนดรหัสเพื่อความสะดวกในการจัดเก็บข้อมูล โดยจะเขียนรหัสไว้ที่ซองใส่กระดาษกรอง ก่อนนำบรรจุในกล่องที่มีสีแตกต่างกันในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 4 สถานี เพื่อความสะดวกและป้องกันความสับสนของเจ้าหน้าที่วิจัยภาคสนามในการนำกระดาษกรองไปติดตั้ง ณ บริเวณจุดเก็บตัวอย่างอากาศ ซึ่งได้กำหนดสีกล่องบรรจุกระดาษกรองไว้ดังนี้คือ

- กล่องสีดำ บริเวณสถานีเก็บตัวอย่างโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
- กล่องสีแดง บริเวณสถานีเก็บตัวอย่างโรงพยาบาลเทศบาล ตลาดวโรรส อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
- กล่องสีฟ้า บริเวณสถานีเก็บตัวอย่างหน้าที่ว่าการอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่
- กล่องสีเขียว บริเวณสถานีเก็บอากาศชุมชนไก่แก้ว จังหวัดลำพูน

รหัสกระดาษกรองที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 ได้กำหนดให้เป็น **"XX/DD/MM/YY"** ซึ่งแต่ละส่วนมีความหมายต่อไปนี้ สำหรับ XX จะหมายถึงสถานีที่ไปเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น ซึ่งจะระบุด้วยตัวอักษรต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- YP แทนสถานีเก็บอากาศที่โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย
- HP แทนสถานีเก็บอากาศที่โรงพยาบาลเทศบาลเชียงใหม่ ตลาดวโรรส อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
- SP แทนสถานีเก็บอากาศที่หน้าที่ว่าการอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่
- LP แทนสถานีเก็บอากาศที่ชุมชนไก่แก้ว จังหวัดลำพูน

นอกจากนี้ DD จะหมายถึงวันที่ทำการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น MM หมายถึงเดือนที่ทำการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น และ YY หมายถึง ปีที่ทำการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น ยกตัวอย่างเช่น **"YP/11/06/05"** จะหมายถึงตัวอย่างฝุ่น PM10 ที่เก็บ ณ สถานีเก็บตัวอย่างโรงเรียนยุพราช ในวันที่ 11 พฤษภาคม 2006

ซองกระดาษกรองซึ่งติดรหัสดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว จะถูกนำใส่กล่องที่มีสีเฉพาะของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างอากาศให้ผู้ช่วยวิจัยภาคสนามแต่ละคนนำกระดาษกรองไปติดตั้งที่เครื่องเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นต่อไป โดยมีแบบฟอร์มในการเตรียมตัวอย่างดังแสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ข

2.5.2 ขั้นตอนการเตรียมกระดาษกรองสำหรับเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 (Standard of Practice on Filter-Preparation)

การเตรียมกระดาษกรองสำหรับเก็บตัวอย่างฝุ่น PM10มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ก) ใช้แบบฟอร์มในการเตรียมกระดาษกรองและชั่งน้ำหนักสำหรับกระดาษกรองแต่ละแผ่นเพื่อติดตามตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

ข) แกะกล่องกระดาษกรองเก็บอากาศ ด้วยความระมัดระวัง เพื่อป้องกันการชำรุดเสียหาย

ค) ตรวจสอบความเสียหายของกระดาษกรองว่าในกล่องมีกระดาษกรองเสียหายกี่แผ่น และทำการบันทึกไว้เพื่อเป็นหลักฐาน

ง) ทำการอบกระดาษกรองที่ผ่านการคัดเลือกเพื่อให้กำจัดสารอินทรีย์ ความชื้นและสิ่งปนเปื้อน โดยอบที่อุณหภูมิ 620 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

จ) ปรับสภาพกระดาษกรองในตู้ดูดความชื้นที่มีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ 50 $\pm$ 5 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 25 $\pm$ 3 องศาเซลเซียส ก่อนนำกระดาษกรองมาชั่ง

ฉ) ชั่งกระดาษกรอง ด้วยเครื่องชั่ง 5 ตำแหน่ง ไม่น้อยกว่า 3 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ยเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องมากที่สุด โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm$ 0.5 พร้อมบันทึก ในการชั่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จะต้องมี blank ด้วยในการชั่งทุกครั้ง ซึ่ง blank จะใช้ 1 แผ่น ต่อกระดาษกรองที่ไปทำการเก็บตัวอย่าง 2 ชุด (8 แผ่น) ทั้งก่อนและหลังการชั่ง รูปที่ 2.6 แสดงการชั่งกระดาษกรองในการวิจัย

ช) นำกระดาษกรองที่ชั่งได้เก็บใส่ซองที่ติดรหัสกระดาษกรอง ใส่กล่อง เพื่อเตรียมพร้อมในการนำออกไปทำการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น

ซ) ในการขนย้ายและติดตั้งกระดาษกรอง ผู้ช่วยวิจัยจะไม่สัมผัสกระดาษกรองด้วยมือเปล่าเด็ดขาด หากมีความจำเป็นต้องสัมผัสกระดาษกรองผู้ช่วยวิจัยจะใช้ถุงมือที่ไม่มีแป้งหรือใช้คีมคีบเท่านั้น

<u>รูปที่ 2.6</u> การชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5.3 การกำหนดรหัส PUF Filter

สำหรับการเก็บตัวอย่างการกระจายของฝุ่นนั้น จะเก็บตัวอย่างฝุ่นครั้งละ 5 ขนาด โดยฝุ่นแต่ละขนาดจะถูกเก็บไว้ใน PUF 1 ชิ้น และได้มีการกำหนดรหัส PUF แต่ละชิ้นเป็น **"ABDDMMYYZZ"** โดย

A คือ รหัสสถานีเก็บตัวอย่าง ซึ่งกำหนดให้

ยุพราช =1 เทศบาล=2 สารภี=3 ลำพูน=4

B คือ รหัสขนาด PUF ซึ่งกำหนดให้

PM_{10}=1 $PM_{2.5}$=2 $PM_{1.0}$=3 $PM_{0.5}$=4 $PM_{0.1}$=5

DD คือ วันที่เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น (รหัสเป็นตัวเลข เช่น 01 = วันที่ 1)

MM คือ เดือนที่ทำการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น

YY คือ ปี ค.ศ. ที่ทำการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น

ZZ คือ วันที่เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น (รหัสเป็นตัวอักษร เช่น Mo = วันจันทร์)

ตัวอย่างเช่น PUF รหัส **"34260605Su"** หมายความว่า เป็น PUF เก็บที่สถานีเก็บตัวอย่างสารภี ขนาด $PM_{0.5}$ ทำการเก็บตัวอย่าง วันอาทิตย์ที่ 26 มิถุนายน ปี ค.ศ. 2005

2.5.4 ขั้นตอนการเตรียม PUF ก่อนการใช้งาน (Standard Of Practice on PUF)

ก่อนนำ PUF ไปใช้งานต้องมีการทำความสะอาด PUF ก่อน เนื่องจากอาจมีสิ่งปนเปื้อนที่ติดมาตั้งแต่กระบวนการผลิตหรือระหว่างการขนส่ง นอกจากนี้เนื่องจากปริมาณฝุ่นและพารามิเตอร์ที่จะวิเคราะห์มีปริมาณน้อยมาก ดังนั้นจึงต้องรักษาความสะอาดของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ทุกอย่าง ทั้งนี้แบบฟอร์มในการเตรียม PUF และชั่งน้ำหนักสำหรับ PUF แต่ละแผ่นได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค ขั้นตอนการเตรียม PUF ก่อนบรรจุลงเครื่อง cascade impactor เป็นดังนี้

2.5.4.1 <u>การทำความสะอาดเครื่องแก้วโดยวิธี Thermal cleaning</u>

ก) สวมถุงมือ powder hand free ตลอดเวลา (เตรียมก่อนใช้โดยล้างด้วย milli-Q water และเช็ดให้แห้งด้วย Kimwipes)

ข) ล้างเครื่องแก้วและเครื่องมือด้วย liquinox detergent

ค) ล้างด้วยน้ำกลั่น แล้วตามด้วย milli-Q water

ง) เข้าเตาอบ 100 C จนแห้ง แล้วจึงเอาออกจากเตาอบและห่อด้วย aluminium foil

2.5.4.2 <u>การทำความสะอาดเครื่องเก็บอากาศ</u>

ก) สวมถุงมือ powder hand free ตลอดเวลา (เตรียมก่อนใช้โดยล้างด้วย milli-Q water และเช็ดให้แห้งด้วย Kimwipes)

ข) สำหรับ holder ใหม่ หรือไม่เคยใช้มาก่อนต้องล้างด้วย detergent และแปรง และน้ำ แล้วจึงล้างตามด้วยน้ำกลั่น จากนั้นค่อยเช็ดให้แห้งด้วย Kimwipes แล้วเก็บใส่ถุงพลาสติกป้องกันฝุ่นจับและทำฉลากติดถุงบอกขนาดของ holder

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค) สำหรับ holder ที่ใช้แล้ว จะใช้ laboratory tissue กับน้ำเช็ด และเก็บใส่ถุงที่ติดฉลากแล้ว

2.5.4.3 <u>การเตรียม PUF ก่อนนำไปใช้งาน</u>

ก) สวมถุงมือ powder hand free ตลอดเวลา ตลอดเวลา (เตรียมก่อนใช้โดยล้างด้วย milli-Q water และเช็ดให้แห้งด้วย Kimwipes)

ข) นำ PUF ทั้ง 3 ขนาด (P1 = PM_{10} P2 = $PM_{2.5}$ P3 = $PM_{1.0,\ 0.5,\ 0.1}$) ใส่ในบีกเกอร์ขนาดใหญ่แล้วเติม milli-Q water จนท่วม PUF ก่อนนำบีกเกอร์ไปใส่ใน ultrasonic bath แล้วทำการ sonicate เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ภายใน clean air hood

ค) เทน้ำในบีกเกอร์ออกแล้วทำขั้นตอนที่ 3.2 อีกครั้ง โดยใช้ methanol ใส่ในบีกเกอร์แทนน้ำ

ง) นำ PUF ออกมาใส่ใน stainless steel basket แล้วเคลื่อนย้าย stainless steel basket ดังกล่าวเข้า clean air hood อย่างน้อย 24 ชั่วโมง จนแห้ง

จ) นำ PUF ที่แห้งแล้วมาใส่ใน glass jar (ควรทำขณะที่ PUF ยังอยู่ใน hood) แล้วปิดจุก และหุ้ม jars ด้วย aluminium foil เพื่อป้องกันแสง

ฉ) นำ glass jar เข้าไปเก็บไว้ใน desiccators ที่ตั้งอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ไว้ที่ 25±3 องศาเซลเซียส และ 50±5% ตามลำดับ เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมงก่อนนำไปชั่ง

ช) นำ PUF ออกมาชั่ง แล้วบันทึกค่าตามแบบฟอร์ม โดยในการชั่งจะชั่งภายในตู้ที่ปรับอุณหภูมิและความชื้น ระดับความชื้นและอุณหภูมิ ที่ยอมรับได้คือ 50±5% และ 25±5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อตัวเลขแสดงน้ำหนัก PUF บนเครื่องชั่งนิ่งแล้วจะถูกบันทึกค่าลงในแบบฟอร์ม สำหรับ blank นั้นจะชั่งตามขนาด PUF คือ P1 P2 และ P3

ซ) นำ PUF มาบรรจุลงใน holder ที่ทำความสะอาดไว้แล้ว ประกอบให้เรียบร้อย ทั้งนี้การบรรจุ PUF ลงใน holder ในห้องปฏิบัติการแทนที่จะนำไปบรรจุที่จุดเก็บตัวอย่างนั้นก็เพื่อป้องกันความผิดพลาดเนื่องจากความไม่แน่นอนของอุณหภูมิ ความชื้น ตลอดจนสภาพดินฟ้าอากาศที่จุดเก็บตัวอย่าง อันจะมีผลต่อการเก็บตัวอย่าง

ฌ) ใส่ holder ลงในถุงผ้าเพื่อป้องกันการเกิดรอยขีดข่วนระหว่างขนส่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5.5 การเก็บตัวอย่าง

2.5.5.1 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 (Standard Of Practice)

ก) การติดตั้งกระดาษกรอง หลังจากติดตั้งเครื่องเก็บอากาศตามสถานีเก็บอากาศที่ต้องการ พร้อมกับ Calibrate เครื่องเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น ทดสอบการทำงานของเครื่องเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น ก่อนทำการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นจริง เจ้าหน้าที่วิจัยภาคสนามนำกระดาษกรองที่มีรหัสตรงกับสถานี/วันที่เก็บอากาศที่ชั่งเรียบร้อยแล้ว ซึ่งจะติดรหัสระบุไว้ที่ซองใส่แผ่นกรอง ไปที่สถานีเก็บอากาศ เพื่อติดตั้งกระดาษกรอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

- เปิดฝาบริเวณหัวเครื่องและตัวเครื่อง แล้วขันน็อตบริเวณกรอบแท่นวางกระดาษกรองทั้งหมดออก
- ทำความสะอาดบริเวณแท่นวางแผ่นกรองเพื่อป้องกันการปนเปื้อนก่อนติดตั้งกระดาษกรอง
- นำกระดาษกรองใส่ไว้บริเวณแท่นวางกระดาษกรอง
- ปิดกรอบแท่นวางกระดาษกรองพร้อมขันน็อตทางด้านทะแยงก่อน แล้วขันน็อต คู่กลางตามลำดับ ใส่แผ่นกราฟวงกลมเพื่อบันทึกเวลาการทำงานของเครื่อง ด้านล่างให้เรียบร้อย ตั้งเข็มหมึกให้อยู่ในจุดเริ่มต้น
- เปิด breaker หมุนจานบอกเวลาตามเข็มนาฬิกา จนถึงจุดที่กำหนด เปิดสวิตซ์มาทางด้าน ON ปรับจานหมุนบอกเวลาเล็กน้อยเพื่อให้หัวลูกศรบน-ล่าง ตรงกัน
- เดินเครื่องเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น พร้อมกับบันทึกเวลาเริ่มต้นในการเดินเครื่องเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น ระหว่างนั้นทำการบันทึกข้อมูลสภาวะอากาศ และสภาพจราจรในวันและบริเวณสถานีเก็บอากาศในแบบฟอร์มของการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10
- เมื่อเดินเครื่องได้ประมาณ 5 นาที นำมานอมิเตอร์มาทำการวัดความดันของเครื่องเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น พร้อมบันทึก
- เสร็จแล้วปิดฝาเครื่องด้านล่าง ล็อคให้เรียบร้อย เครื่องจะทำการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข) <u>การเก็บกระดาษกรองและนำส่งห้องปฏิบัติการ</u>

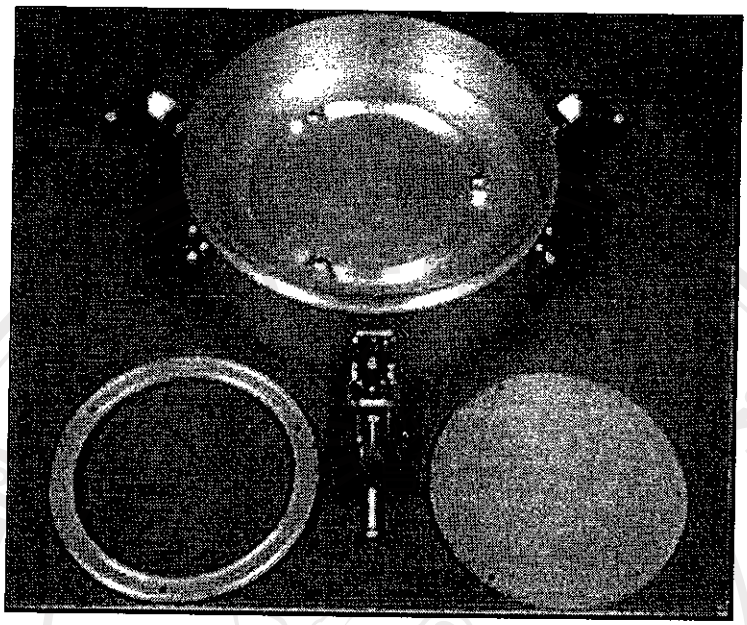
- เมื่อเก็บตัวอย่างครบ 24 ชั่วโมง ผู้ช่วยวิจัยภาคสนามจะไปเก็บแผ่นกรองที่เก็บอนุภาคฝุ่นตามสถานีต่าง ๆ
- เมื่อไปถึงสถานีเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น นำมานอมิเตอร์วัดความดันของเครื่องเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นพร้อมบันทึก ก่อนปิดเครื่องเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น
- ปิดเครื่องเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น พร้อมบันทึกเวลาปิดเครื่องและตรวจเช็คว่าเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศได้เก็บตัวอย่างอากาศครบ 24 ชั่วโมงหรือไม่
- เก็บกระดาษกรอง แผ่นกราฟวงกลมเพื่อบันทึกเวลากรทำงานของเครื่อง ตรวจสภาพกระดาษกรอง และบันทึก พร้อมกับเก็บกระดาษกรองใส่ซองเดิมที่มีรหัสของแผ่นกรองติดอยู่
- ทำความสะอาดแท่นวางแผ่นกรอง ล็อคเครื่องเก็บอนุภาคฝุ่นให้เรียบร้อย เพื่อความพร้อมในการใช้งานครั้งต่อไป พร้อมกับปิด breaker
- นำกระดาษกรองที่เก็บเรียบร้อยแล้วส่งให้เจ้าหน้าที่วิจัยห้องปฏิบัติการต่อไป
- หลีกเลี่ยงการสัมผัสกระดาษกรองโดยตรง ให้ใช้ถุงมือที่ไม่มีแป้งหรือคีมคีบหากต้องการการสัมผัสกระดาษกรอง ห้ามใช้มือเปล่าสัมผัสกระดาษกรองโดยเด็ดขาด

อนึ่ง ในการเก็บตัวอย่างและชั่งน้ำหนักกระดาษกรองฝุ่น PM10 จะต้องกรอกข้อมูลลงในแบบฟอร์มที่แสดงไว้ในภาคผนวก ง และภาคผนวก จ ทุกครั้ง

2.5.5.2 <u>ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างหาการกระจายของฝุ่น 5 ขนาด</u> (Standard Of Practice)

ก) <u>ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องเก็บอนุภาคฝุ่น 5 ขนาด</u> หลังจากบรรจุ PUF ลงใน Holders เรียบร้อยแล้วดังแสดงในรูปที่ 2.7 ต้องมีการส่งมอบ Holders และอุปกรณ์ติดตั้ง cascade impactor ให้กับผู้ช่วยวิจัยภาคสนามเพื่อนำไปติดตั้งในแต่ละจุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.7 การบรรจุ PUF ลง holders

ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องเก็บอนุภาคฝุ่น 5 ขนาด มีดังต่อไปนี้

- ประกอบ holder กับ PUF ในห้อง lab ที่ควบคุมอุณหภูมิให้เรียบร้อย
- ตั้งสามขาให้ได้ในระดับสายตาในที่โล่งแจ้งและมั่นคง
- ต่อท่อเชื่อมระหว่างสามขากับปั๊มดูดอากาศ แล้วติดตั้ง holder กับสามขา
- เปิด breaker เสียบปลั๊กให้เรียบร้อย
- ตั้งเวลาให้เครื่องทำงานโดย กด menuเพื่อเลือก program แล้วกด ok จากนั้นเลือก new program แล้วกด ok ตามด้วยเลือก time onแล้วกด ok เมื่อตั้งเวลาที่จะให้เครื่องเริ่มการทำงานแล้วจึงเลือกstoreแล้วกด ok
- เข้า new program อีกทีเพื่อตั้งเวลาการหยุดการทำงานของเครื่องโดยเลือก time off แล้วกด ok จากนั้นตั้งเวลาที่จะให้เครื่องหยุดการทำงานแล้วจึงเลือก store และกด okตามด้วยเลือกend แล้วกด ok
- ปิดสวิตซ์ของปั๊มแล้ว ปิดฝาโปรแกรมและล็อคกุญแจให้เรียบร้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- ติดตั้งอุปกรณ์กันฝนที่ตัวปั๊ม
- ติดตั้งรั้วโปร่ง เพื่อป้องกันขโมยและเด็กเล็กที่จะมาเล่นอันอาจก่อให้เกิดอันตรายได้
- เมื่อปั๊มทำงานให้เช็คความเรียบร้อย ดูว่ามีเสียงปกติหรือไม่ น้ำมันรั่วขณะเครื่องเดินหรือไม่ อ่านค่า pressure drop ดูว่าใกล้เคียงกับครั้งก่อน ๆ หรือไม่ ถ้าไม่อาจมีการรั่ว หรือสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น การปรับ pressure สามารถทำได้โดยการหมุน by pass valve โดยปกติจะให้ได้ค่าความดันบรรยากาศอยู่ประมาณ 100 นิ้วน้ำ
- อ่านค่าความดันจากทั้งมาตรวัดทั้งสอง วัดอุณหภูมิขณะทำการติดตั้ง และกรอกรายละเอียดต่าง ๆ ลงในแบบฟอร์มการ ติดตั้งเครื่องเก็บอนุภาคฝุ่น 5 ขนาด

ข) <u>การเก็บหลังจากเดินเครื่องครบ 24 ชั่วโมง</u>

- ปิด breaker และถอดปลั๊ก จากนั้นถอดขาตั้งและแยก holder แต่ละชิ้นออกจากกันโดยไม่ต้องถอด PUF ออก
- ยกเลิก program ของ pump แล้วตรวจดูว่ามีสิ่งผิดปกติ เช่น น้ำมันรั่ว เกิดขึ้นหรือไม่
- นำ holder ที่มี PUF ภายในส่งผู้ช่วยวิจัยห้องปฏิบัติการ และเก็บส่วนประกอบของอุปกรณ์เก็บตัวอย่างกลับห้องปฏิบัติการเพื่อการทำความสะอาดต่อไป

อนึ่ง ในการการติดตั้งเครื่องเก็บอนุภาคฝุ่น 5 ขนาด ผู้ช่วยวิจัยภาคสนามจะต้องกรอกข้อมูลลงในแบบฟอร์มที่แสดงไว้ในภาคผนวก ฉ ทุกครั้ง

2.5.6 การชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง PM10 และ PUF

2.5.6.1 <u>การชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง</u>

การชั่งน้ำหนักกระดาษกรองมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ก) เปิดเครื่องชั่ง ทำการเซ็ตศูนย์ที่เครื่องชั่ง หลังจากเซ็ตศูนย์แล้วเครื่องชั่งควรแสดงค่าที่ 0.00000±0.0001 กรัม แล้วรอให้ค่าคงที่หยุดที่ 0.00000 กรัม เมื่อตัวเลขแสดงน้ำหนักหยุดคงที่ที่ 0.00000 กรัม จึงจะดำเนินการชั่งต่อไปได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข) นำกระดาษกรองกำหนดที่ให้เป็น Blank (กระดาษกรองที่ผ่านการเตรียมเช่นเดียวกันกับการกระดาษกรองที่จะต้องนำไปเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นภาคสนาม) มาชั่งทั้งก่อนและหลังเก็บตัวอย่าง ทั้งนี้จะมี Blank 1 แผ่น ต่อจำนวนกระดาษกรองที่จะต้องนำออกไปเก็บตัวอย่าง 2 ชุด (8 แผ่น)

ค) วิธีการชั่งจะทำโดยวางกระดาษกรองให้อยู่จุดกึ่งกลางมากที่สุดและรอให้ได้ค่าที่นิ่งที่สุดค่อยบันทึกค่า ทั้งนี้จะทำการชั่งซ้ำรวมทั้งหมด 5 ครั้ง โดยค่าความเบี่ยงเบนของ น้ำหนักที่อ่านได้ในการชั่งทั้ง 5 ครั้งนี้ ต้องไม่เกิน $\pm$0.5มิลลิกรัม ในการปฏิบัติจริงพบว่าใช้เวลาในการชั่ง 45-60 นาทีต่อกระดาษกรอง 1 แผ่น นอกจากนี้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ของห้องชั่งจะถูกรักษาไว้ให้มีค่าอยู่ในระดับ 25$\pm$3 องศาเซลเซียส และ 50$\pm$5% ตามลำดับ

ง) บันทึกน้ำหนักที่ชั่งได้ทั้ง 5 ครั้งและหาค่าเฉลี่ย พร้อมกับบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ชั่งในแต่ละครั้งลงแบบฟอร์มที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ส่วนกระดาษกรองที่ผ่านการชั่งแล้วจะเก็บใส่ซองที่มีใส่รหัสเรียบร้อย ก่อนนำไปบรรจุลงในกล่องแยกสีสำหรับให้ผู้ช่วยวิจัยภาคสนาม นำออกไปติดตั้งเพื่อเก็บอนุภาคฝุ่น PM10

2.5.6.2 <u>การชั่งน้ำหนัก PUF</u>

เมื่อ holder ถูกส่งมาที่ห้องปฏิบัติการ ผู้ช่วยวิจัยจะนำ holder แต่ละชิ้นมาแกะเอา PUF ออกเพื่อนำเข้าวางไว้ใน dessicator เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิและความชื้นค่าเดียวกับตอนเตรียม PUF หลังจากนั้นจึงนำ PUF ไปชั่งน้ำหนักตามขั้นตอนเช่นเดียวกับการชั่งกระดาษกรองสำหรับเก็บอนุภาคฝุ่น PM10 ทั้งนี้ข้อมูลน้ำหนักที่ชั่งได้จะถูกบันทึกไว้ในแบบฟอร์มที่แสดงในภาคผนวก ช ทุกครั้ง

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปริมาณฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด

2.6.1 การวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณฝุ่น PM10

ระดับความเข้มข้นของฝุ่น PM10 ถูกคำนวณโดยใช้สูตรดังนี้

$$SP = (W_2 - W_i \times 10^6) / V_{std}$$

เมื่อ SP = ปริมาณอนุภาคฝุ่นรวม (หน่วยเป็นไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

W_i = น้ำหนัก filter ก่อนเก็บอนุภาคฝุ่นรวม (หน่วยเป็น กรัม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

W_2 = น้ำหนัก filter หลังเก็บอนุภาคฝุ่นรวม (หน่วยเป็น กรัม)

V_{std} = ปริมาตรอากาศทั้งหมดที่เครื่อง high volume air sampler ดูดเข้า (หน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร)

โดย $V_{std} = Q_{std} \times t$

เมื่อ V_{std} = ปริมาตรอากาศมาตรฐานมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร

Q_{std} = อัตราการไหลของอากาศมาตรฐาน มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อนาที

t = จำนวนเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเก็บอนุภาคฝุ่น (นาที)

ทั้งนี้ $Q_{std} = \{Qa \times [Pav / 760] \times [298 / (273 + Tav)]\}$

เมื่อ Q_{std} = อัตราการไหลของอากาศมาตรฐาน (ความกดอากาศ 760 มิลลิเมตรปรอท และอุณหภูมิ 298 องศาเคลวิล) มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อนาที

Qa = อัตราการไหลของอากาศที่แท้จริง ณ สภาพแวดล้อมนั้น ๆ ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างอากาศ (ลูกบาศก์เมตรต่อนาที)

Pav = ความดันบรรยากาศ ณ สภาพแวดล้อมนั้น ๆ (มิลลิเมตรปรอท)

Tav = อุณหภูมิ ณ สภาพแวดล้อมนั้น ๆ ขณะทำการปรับเทียบ (องศาเซลเซียส)

และ $Qa = ([\Delta H(Ta/Pa)]^{1/2} - b) / m$

โดย H = ผลรวมของระดับน้ำจากมานอมิเตอร์ (นิ้วน้ำ)

m = ค่า slop ของกราฟ จากเอกสารการสอบเทียบชุดอุปกรณ์ calibrate

Ta = อุณหภูมิ ณ สภาพแวดล้อมนั้น ๆ (องศาเซลเซียส)

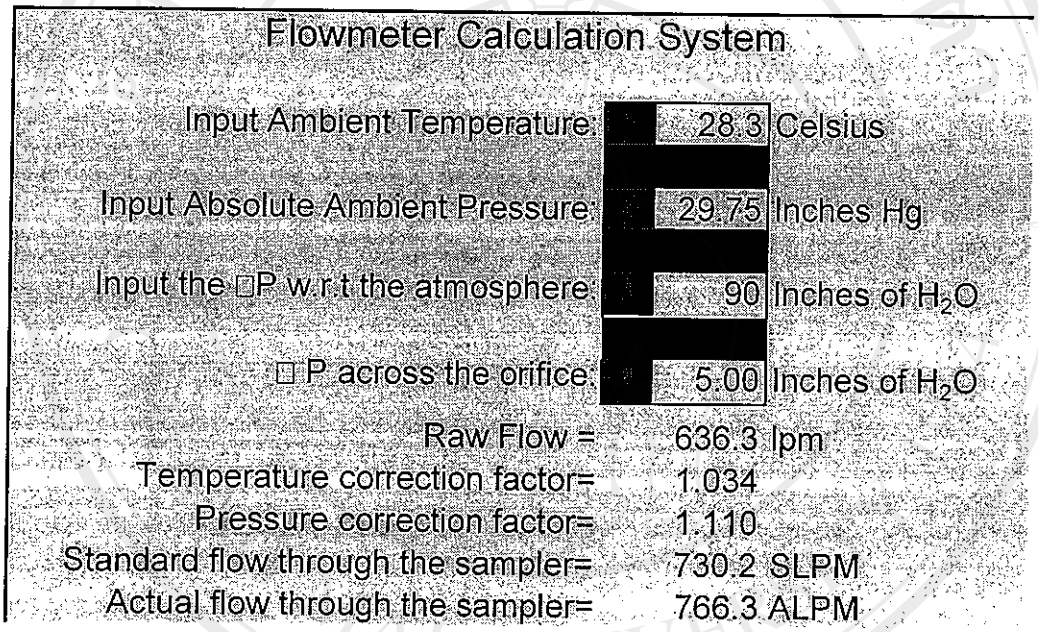
Pa = ความดันบรรยากาศ ณ สภาพแวดล้อมนั้น ๆ (มิลลิเมตรปรอท)

b = ค่าจุดตัดของกราฟ จากเอกสารการสอบเทียบชุดอุปกรณ์ calibrate

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.6.2 การวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณฝุ่น PM 5 ขนาด

ในการหาค่าความเข้มข้นของฝุ่น 5 ขนาดนั้น ขั้นแรกจะนำ 1) ค่าความดันเครื่องเทียบกับบรรยากาศ และ pressure drop โดยอ่านจากมาตรวัด และ 2) ค่าอุณหภูมิและค่าความดันบรรยากาศโดยเอาข้อมูลจากกรมอุตินิยมวิทยาและกรมควบคุมมลพิษกรอกลงใน work sheet ดังแสดงในรูปที่ 2.8 เพื่อคำนวณหาค่าอัตราการไหลของอากาศจริง หลังจากนั้นจะนำค่าอัตราการไหลของอากาศที่ได้จาก work sheet กับค่าผลต่างของน้ำหนัก PUF ก่อนและหลังเก็บตัวอย่างมาคำนวณหาความเข้มข้นของปริมาณฝุ่น 5 ขนาด ดังแสดงในตารางที่ 2.4 ต่อไป



รูปที่ 2.8 work sheet ที่ใช้คำนวณหาค่าอัตราการไหลของอากาศของเครื่อง cascade impactor

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.4 การคำนวณหาความเข้มข้นของปริมาณฝุ่น 5 ขนาด

น้ำหนักฝุ่นแต่ละขนาด	คำนวณ flow rate	การหาความเข้มข้นฝุ่น
Wf (g) = น้ำหนักหลังเก็บฝุ่น - น้ำหนักก่อนเก็บฝุ่น	จากโปรแกรม flowmeter calculation system ต้องการข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้ 1. อุณหภูมิ(° C) 2. ความกดอากาศ(inch.Hg) 3. Pressure losses w.r.t atm (inch) 4. Pressure losses of orifices (inch) ใช้ข้อมูล ที่เป็น standard flow มาคำนวณ (SLPM)	$C(\mu g/m^3) = \frac{Wf * 10^6}{SLPM * 1.44}$ 10^6 = inversion to g 1.44 = inversion of L/min to m^3/day หรือ $C(\mu g/m^3) = \frac{Wf * 10^6}{SLPM * 0.72}$ ในกรณีที่เก็บตัวอย่างเพียง 12 ชั่วโมง

2.7 การวิเคราะห์แหล่งกำเนิดที่เป็นไปได้ของ PM10

การวิเคราะห์แหล่งกำเนิดฝุ่นในอากาศโดยแบบจำลองแหล่งรับ (receptor model) เป็นการใช้ข้อมูลความเข้มข้นของสารมลพิษชนิดต่าง ๆ ในฝุ่นเพื่อวิเคราะห์แหล่งกำเนิดฝุ่นภายใต้สมมุติฐานที่ว่า องค์ประกอบของสารมลพิษจากแหล่งกำเนิดใด ๆ ล้วนมีชนิดและปริมาณคงที่ เมื่อปล่อยออกสู่บรรยากาศแล้วไม่มีการทำปฏิกิริยาซึ่งกันและกัน เทคนิคที่ใช้ในแบบจำลองแบบ receptor model มีวิธีดังแสดงในตารางที่ 2.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างเทคนิคที่ใช้ในแบบจำลองแหล่งรับ

แบบจำลองแหล่งรับ (receptor model)		คำอธิบาย
factor analysis	explanatory factor analysis (EFA)	มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาปัจจัยร่วม (common factors) ที่มีอิทธิพลต่อองค์ประกอบทางเคมีของกลุ่มตัวอย่างฝุ่นที่สนใจ ดังสมการต่อไปนี้ $Z_{i,k} = \sum_{i=1}^{p} F_{i,j} S_{i,k} + \varepsilon_{i,k}$ Z : ความเข้มข้นองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นที่วัดได้ (ผ่านการ standardization) F : น้ำหนักของปัจจัย (factor loadings) ซึ่งในที่นี้คือ องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นจากแหล่งกำเนิด (source profile) S : คะแนนปัจจัยร่วม (common factors score)ที่ standardized แล้ว ε : residual error หรือ uncertainty i : ชนิดสาร j : ชนิดปัจจัย k : ชนิดตัวอย่างฝุ่น p : จำนวนปัจจัย ทั้งนี้ค่า F และ S ที่หาได้ในแบบจำลองต้องทำให้ $Q = \sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{n}(\varepsilon_{i,k})^2 = \sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{n}\left(Z_{i,k} - \sum_{i=1}^{p} F_{i,j} S_{i,k}\right)^2$ มีค่าน้อยที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างเทคนิคที่ใช้ในแบบจำลองแหล่งรับ (ต่อ)

แบบจำลองแหล่งรับ (receptor model)		คำอธิบาย
factor analysis	principle component analysis (PCA)	มีจุดมุ่งหมายเพื่อจัดองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในรูปผลบวกเชิงเส้นแล้วนำไปใส่ไว้ในองค์ประกอบหลัก (principal component) ดังสมการต่อไปนี้ $z_{i,k} = \sum_{i=1}^{p} g_{i,j} h_{i,k} + \varepsilon_{i,k}$ z : ความเข้มข้นองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นที่วัดได้ที่ผ่านการ standardization แล้ว g : น้ำหนักขององค์ประกอบหลัก (PC loadings) h : คะแนนองค์ประกอบหลัก (PC score)ที่ standardized แล้ว i : ชนิดสาร j : ชนิดปัจจัย k : ชนิดตัวอย่างฝุ่น p : จำนวนปัจจัย ทั้งนี้ค่า g ในสมการหาได้จาก $G = \Lambda\lambda^2$ G : เมตริกซ์ของน้ำหนักขององค์ประกอบหลัก (PC loadings) λ : diagonal matrix ของ eigenvalue ของ R Λ : eigenvector ของ R และ $R = \frac{1}{m-1} ZZ^T$ โดย Z : เมตริกซ์ความเข้มข้นองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นที่ผ่านการ standardization แล้ว m : จำนวนชนิดองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างเทคนิคที่ใช้ในแบบจำลองแหล่งรับ (ต่อ)

แบบจำลองแหล่งรับ (receptor model)		คำอธิบาย
factor analysis	factor analysis-multiple linear regression (FA-MLR)	เป็นการใช้ factor analysis กับข้อมูลองค์ประกอบฝุ่นเพื่อให้ได้ factor loadings สำหรับใช้พิจารณาเลือกชนิดของสารที่เป็นองค์ประกอบเด่นและถือได้ว่าเป็นตัวแทนแหล่งกำเนิดแต่ละชนิด จากนั้นจึงใช้สมการถดถอยพหุคูณ (multiple linear regression) แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นสารตัวแทนแหล่งกำเนิดแต่ละชนิดกับความเข้มข้นฝุ่นในอากาศดังสมการต่อไปนี้ $P = \sum_{i=1}^{n} A_i Y_i$ P : ความเข้มข้นของฝุ่นที่วัดได้ Y_i : ความเข้มข้นของสารตัวแทนแหล่งกำเนิดที่ i A_i : ค่าคงที่สำหรับแหล่งกำเนิดที่ i จากนั้นจึงนำสมการที่ได้มาแทนค่าเพื่อคำนวณหาสัดส่วนน้ำหนักของอิทธิพลที่แหล่งกำเนิดแต่ละชนิดมีต่อความเข้มข้นฝุ่นในอากาศ ($100A_iY_i/P$)
chemical mass balance (CMB)		มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาปริมาณการแจกแจงของแหล่งกำเนิด (source contribution) ที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของฝุ่นภายใต้สมการต่อไปนี้ $C_{i,k} = \sum_{j=1}^{m} Y_{i,j} P_{j,k} + \varepsilon_{i,k}$ C : ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมี i ในฝุ่นตัวอย่างที่ k Y: ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมี i ในฝุ่นจากแหล่งกำเนิดที่ j P : ความเข้มข้นฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดที่ j สำหรับตัวอย่างที่ k ε : unique factors หรือ error variation m : จำนวนแหล่งกำเนิดทั้งหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เลขหมู่.....
สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างเทคนิคที่ใช้ในแบบจำลองแหล่งรับ (ต่อ)

แบบจำลองแหล่งรับ (receptor model)	คำอธิบาย
positive matrix factorization (PMF)	มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาชนิดและน้ำหนักของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นที่สนใจภายใต้สมการต่อไปนี้ $E_{i,k} = \sum_{i=1}^{p} F_{i,j} S_{i,k} + \varepsilon_{i,k}$ E : ความเข้มข้นองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นที่วัดได้ (ไม่ผ่านการ standardization) F : น้ำหนักของปัจจัย (factor loadings) ซึ่งในที่นี้คือ องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นจากแหล่งกำเนิด (source profile) S : คะแนนปัจจัย (factors score) ซึ่งในที่นี้คือปริมาณการแจกแจงของแหล่งกำเนิด (source contribution) ที่ standardized แล้ว ε : residual error หรือ uncertainty i : ชนิดสาร j : ชนิดปัจจัย k : ชนิดตัวอย่างฝุ่น p : จำนวนปัจจัย (กำหนดไว้ตั้งแต่เริ่มคำนวณ) ทั้งนี้ค่า F และ S ที่หาได้ในแบบจำลองต้องทำ ให้ $Q = \sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{n}\left(\frac{\varepsilon_{i,k}}{\sigma_{i,k}}\right)^2 = \sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{n}\left(\frac{E_{i,k} - \sum_{i=1}^{p} F_{i,j} S_{i,k}}{\sigma_{i,k}}\right)^2$ มีค่าน้อยที่สุด
UNMIX model	ใช้ singular value decomposition (SVD) ในการกำหนดจำนวนแหล่งกำเนิด แล้วใช้ selfmodeling curve resolution ในการหาค่าคงที่ในสมการต่อไปนี้ (Y. Song et al., 2006) $C_{i,j} = \sum_{l=1}^{p}\left(\sum_{k=1}^{p} U_{i,k} D_{k,l}\right) V_{l,j} + \varepsilon_{i,j}$ $C_{i,j}$: ความเข้มข้นของสาร j ในตัวอย่างที่ i $\varepsilon_{i,j}$: error p : จำนวนแหล่งกำเนิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางเห็นได้ว่าแต่ละวิธีมีจุดมุ่งหมายไม่เหมือนกันเสียทีเดียวจึงมีรายละเอียดในการคำนวณที่แตกต่างกันไป เนื่องจากข้อมูลด้านองค์ประกอบทางเคมีของแหล่งกำเนิดและรายละเอียดเกี่ยวกับ error ในการวิเคราะห์องประกอบทางเคมีของฝุ่นมีจำกัด ในโครงการนี้ผู้วิจัยจึงได้ตัดสินใจเลือกใช้วิธี principle component analysis (PCA) แบบประยุกต์ที่เรียกว่า principle component analysis/absolute principal component score (PCA/APCS) เนื่องจากเป็นวิธีที่ไม่ต้องนำองค์ประกอบทางเคมีของแหล่งกำเนิด หรือข้อมูล input ปลีกย่อยชนิดอื่นเข้ามาใช้ในการคำนวณ ถึงแม้วิธีนี้จะไม่ทันสมัยเท่า positive matrix factorization (PMF) และ UNMIX model และไม่ได้ใช้ข้อมูลด้านองค์ประกอบทางเคมีของแหล่งกำเนิดมาคำนวณโดยตรง แต่ก็จัดได้ว่าเป็นวิธีที่พัฒนาแล้วจาก principle component analysis ให้ใช้งานได้ดีขึ้น อีกทั้งยังสามารถใช้โปรแกรมคำนวณทางสถิติ SPSS version10 และ MS Excel ที่มีอยู่แล้วคำนวณได้เลย

วิธี PCA/APCS (Thurston and Spengler, 1985) นี้เริ่มต้นด้วยการนำข้อมูลความเข้มข้น PM_{10} และองค์ประกอบทางเคมีของ PM_{10} ของแต่ละสถานีมาคำนวณหาน้ำหนักขององค์ประกอบหลัก (PC loadings) โดยวิธี PCA varimax rotation ตามที่ได้ระบุไว้ในตารางที่ 2.5 จากการคำนวณจะได้ค่า communiality ของมลสารแต่ละชนิดดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 2.6 ได้ค่า KMO (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy) ของข้อมูลโดยรวมดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 2.7 ได้ค่าน้ำหนักขององค์ประกอบหลัก (PC loadings) ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 2.8 และได้ค่าคะแนนขององค์ประกอบหลัก (PC score) ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างค่า communiality ของข้อมูลอากาศบริเวณอำเภอสารภี

PM10	0.78	SO_4^{2-}	0.85	pyrene	0.88
Al	0.91	NO_3^-	0.78	benzo(a)anthracene	0.87
As	0.75	NH_4^+	0.88	chrysene	0.86
Cd	0.85	Sr	0.86	benzo(b)fluoranthene	0.76
Cr	0.81	Ti	0.84	benzo(k)fluoranthene	0.77
Cu	0.98	Cl^-	0.78	benzo(a)pyrene	0.86
Fe	0.84	Na^+	0.72	indeno(123,cd)pyrene	0.89
K	0.86	K^+	0.74	dibenzo (a,h) anthracene	0.88
Mg	0.85	Mg^{2+}	0.77	benzo(ghi)perylene	0.93
Mn	0.78	naphthalene	0.82		
P	0.98	acenaphthene	0.70		
Pb	0.75	fluorene	0.78		
Si	0.71	fluoranthrene	0.88		

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.7 ตัวอย่างค่า KMO ของข้อมูลอากาศบริเวณอำเภอสารภี

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO)		0.65
Bartlett's test of sphericity	Approx. Chi-Square	4139.44
	df	903
	Sig.	0

ตารางที่ 2.8 ตัวอย่างค่าน้ำหนักขององค์ประกอบหลักของข้อมูลอากาศบริเวณอำเภอสารภี

pollutant	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12
PM10	-0.34	-0.06	-0.04	0.18	0.67	-0.20	0.06	-0.02	-0.37	0.04	-0.01	-0.02
Al	-0.02	0.92	-0.14	-0.02	0.06	0.15	0.05	0.08	-0.04	0.02	-0.05	-0.11
As	0.04	0.08	-0.12	0.10	0.29	0.07	0.71	-0.13	0.00	-0.11	-0.10	0.29
Cd	-0.06	0.11	0.09	-0.08	-0.08	-0.08	0.88	-0.04	-0.07	0.10	-0.01	-0.16
Cr	0.05	-0.02	-0.06	-0.03	0.12	0.02	-0.02	0.86	0.06	-0.07	-0.09	0.13
Cu	-0.07	0.07	-0.06	-0.08	0.02	0.98	-0.02	0.04	0.00	-0.03	0.01	-0.03
Fe	-0.13	0.44	0.00	0.02	0.15	0.09	-0.09	0.75	0.05	-0.12	0.00	-0.11
K	-0.10	0.35	-0.02	0.05	0.78	0.17	0.12	0.21	-0.07	-0.04	-0.17	0.04
Mg	0.03	0.87	0.01	-0.08	0.07	-0.05	0.01	0.01	0.06	-0.05	0.16	0.21
Mn	-0.18	0.54	0.43	0.05	-0.13	0.04	0.30	0.26	-0.24	0.07	-0.16	0.05
P	-0.09	0.00	-0.04	-0.07	0.05	0.98	-0.03	0.04	0.03	-0.03	0.02	-0.02
Pb	-0.13	0.17	0.58	0.07	0.25	0.00	0.15	-0.26	0.11	-0.05	-0.05	0.44
Si	-0.10	0.74	0.10	0.10	-0.03	-0.02	-0.15	-0.05	0.15	-0.05	-0.23	0.16
Sr	0.03	0.64	-0.18	-0.15	-0.17	-0.11	0.52	0.19	-0.07	0.09	0.15	-0.11
Ti	-0.02	0.76	-0.18	-0.05	0.04	0.02	0.39	0.09	-0.10	0.09	0.11	-0.19
SO_4^{2-}	-0.15	-0.09	0.88	-0.13	-0.07	-0.03	-0.09	-0.07	-0.01	-0.05	-0.03	0.02
NO_3^-	-0.20	-0.06	0.12	-0.05	0.55	-0.02	-0.13	0.07	-0.18	0.02	0.51	-0.32
CL^-	0.14	-0.04	-0.15	0.20	-0.01	0.04	0.01	-0.14	0.03	-0.05	0.82	0.09
NH_4^+	-0.26	-0.16	0.86	0.01	0.13	-0.09	-0.06	-0.01	-0.13	-0.02	-0.05	0.05
Na^+	0.18	0.43	-0.02	-0.28	-0.25	0.03	-0.11	0.04	0.22	-0.09	0.53	0.09
K^+	-0.14	-0.11	0.07	0.15	0.81	0.06	-0.03	0.10	0.04	0.00	0.04	-0.08
Mg^{2+}	-0.14	0.05	0.20	-0.07	-0.36	-0.10	-0.10	0.23	-0.14	0.09	0.16	0.67
NAP	-0.01	0.02	-0.02	-0.12	-0.13	0.02	-0.08	0.07	0.88	0.06	0.04	-0.04
ACE	0.05	-0.08	-0.07	0.12	-0.13	-0.02	0.05	-0.11	-0.11	0.79	0.01	0.05
FLU	0.14	0.10	0.03	0.04	0.14	-0.04	-0.01	-0.03	0.19	0.83	-0.08	-0.02
FLA	0.11	-0.02	0.60	0.63	-0.11	-0.02	0.10	0.17	0.24	0.09	-0.05	-0.03
PYR	0.07	0.00	0.50	0.70	-0.08	-0.05	0.02	0.17	0.31	0.04	-0.06	-0.08
BAA	0.14	-0.05	-0.15	0.83	0.21	-0.10	-0.02	-0.14	-0.19	0.06	0.09	0.09
CHR	0.05	-0.08	-0.12	0.84	0.25	-0.07	-0.06	-0.05	-0.21	0.12	0.07	-0.04
BBF	0.65	0.11	-0.04	0.41	-0.25	-0.02	-0.20	-0.05	-0.07	-0.17	0.05	-0.10
BKF	0.66	0.15	-0.03	0.36	0.08	0.03	-0.19	0.06	-0.23	-0.05	0.08	-0.28
BAP	0.89	-0.01	-0.14	0.08	-0.01	-0.07	-0.03	-0.08	-0.11	0.11	-0.01	0.06
IND	0.90	-0.07	-0.12	-0.13	-0.11	-0.08	0.09	-0.05	0.01	0.14	0.01	0.04
DBA	0.87	-0.13	-0.07	0.12	-0.16	-0.01	0.05	0.06	0.16	0.00	0.10	-0.13
BPER	0.93	-0.07	-0.10	-0.05	-0.13	-0.04	0.02	0.01	0.13	0.09	0.04	0.06
% cumulative variance	13.08	24.85	33.25	41.58	49.48	55.50	61.26	66.33	70.75	75.07	79.29	82.63
estimated sources	gasoline vehicle	road dust	secondary	diesel vehicle	vegetative burning	paint-repair	fertilizer + pesticide	vehicle-repair	high napthalene	high ace and flu	high Na and Cl	high mg

หมายเหตุ NAP:naphthalene, ACE:acenaphthalene, FLU:fluorene, FLA:fluoranthrene, PYR :pyrene, BAA: benzo(a)anthracene, CHR: chrysene, BBF: benzo(b)fluoranthene, BKF: benzo(k)fluoranthene, BAP: benzo(a)pyrene, IND: indeno(123,cd)pyrene, DBA: dibenzo (a,h) anthracene, BPER: benzo(ghi)perylene

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.9 ตัวอย่างค่าคะแนน (PC score) ของข้อมูลอากาศบริเวณอำเภอสารภี

ตัวอย่าง	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12
s1	2.4	1.4	1.0	0.1	-1.4	0.1	-0.6	0.5	-1.3	-1.2	1.3	-2.2
s2	2.1	0.6	0.4	1.9	-0.7	0.3	-0.6	0.3	-1.3	-1.0	-0.1	-0.9
s3	0.5	0.4	0.0	0.7	-1.3	1.1	-0.2	0.5	0.0	0.3	1.8	0.1
s4	1.5	0.0	-0.3	-0.2	-0.9	-0.1	-0.2	2.4	-0.7	-0.6	2.6	0.8
s5	1.7	1.1	-0.2	0.2	-1.3	-0.1	-0.9	-0.6	-1.1	-0.9	0.4	0.1
s6	1.4	0.4	-0.8	0.8	-1.2	-0.4	-0.8	-0.9	-1.0	-1.0	1.5	0.8
s7	-0.1	1.8	0.0	0.2	-1.6	-0.5	-0.3	0.6	-1.0	-0.5	0.6	0.1
s8	-0.3	2.1	-0.5	1.0	-1.3	0.3	-1.0	-1.1	0.0	-0.6	0.2	0.5
s9	1.5	1.7	-0.1	-0.1	-0.2	-0.5	-0.7	-0.9	-0.9	-0.6	1.9	0.6
s10	0.5	1.9	-0.1	1.2	-1.2	0.0	-0.7	-0.2	-0.6	-0.5	-0.3	-0.3
s11	3.5	0.0	-0.4	-0.3	0.4	-0.2	-1.0	-0.8	-1.0	1.5	-1.4	-0.1
s12	0.6	0.6	-0.6	0.1	-0.9	0.1	-0.7	-0.6	-0.6	2.5	-1.5	0.0
s13	-1.0	-0.2	-1.0	-0.4	-1.4	-0.4	0.0	1.4	-0.7	1.0	-0.1	1.7
s14	-0.8	-0.6	-0.9	-0.4	-1.6	-0.4	-0.3	3.3	-0.9	0.3	0.3	3.7
s15	1.1	-0.2	-0.8	-0.5	0.5	-0.5	-0.3	1.6	0.4	0.4	-0.7	0.7
s16	2.1	-1.7	-0.5	-0.4	0.4	-0.5	-0.1	-0.3	0.6	-0.4	0.7	0.5
s17	3.3	-0.1	-0.5	-0.7	0.5	-0.4	-0.1	-0.6	-0.4	-0.1	-0.8	0.6
s18	0.0	0.8	-0.4	-0.5	-0.1	0.5	0.0	-0.8	0.2	-0.3	-0.1	0.5
s19	2.1	-0.2	-0.2	-1.0	0.7	-0.3	-0.3	-0.4	0.2	1.3	0.6	0.7
s20	1.6	-0.4	0.0	-0.9	0.5	0.1	-0.1	-0.3	0.6	1.0	0.3	0.5
s21	-1.0	2.2	-0.6	-0.9	-1.5	-0.7	2.6	0.2	-0.5	0.1	2.1	-1.2
s22	-0.7	1.1	-0.9	-0.7	-0.9	-0.5	1.5	0.0	-0.4	0.4	-0.3	-1.0
s23	1.3	0.8	-0.4	-1.4	-0.5	-0.5	1.4	-0.1	-1.0	1.0	0.6	-0.4
s24	0.7	1.4	-0.1	-0.7	-1.7	-0.5	3.2	0.2	-0.9	2.3	-0.3	-1.5
s25	2.0	0.2	-0.9	-0.6	0.3	0.1	4.0	-0.7	0.1	0.6	-1.0	1.7
s26	0.9	-0.6	-0.3	-0.7	-0.3	-0.3	-0.2	-0.4	0.2	0.6	-1.2	-0.1
s27	1.6	-1.4	-0.1	-1.7	0.4	-0.4	-0.2	-0.3	-0.4	1.4	0.3	-0.1
s28	-0.2	-0.8	0.0	-1.4	-0.5	-0.4	-0.1	-0.6	-0.8	0.7	-0.9	0.0
s29	0.3	-0.5	0.3	0.4	-1.1	0.0	-0.5	-0.5	-0.8	0.0	-0.9	-0.5
s30	-0.1	-0.4	-0.1	0.2	-1.4	0.6	-0.3	-0.5	-0.5	0.3	-1.1	-0.5
s31	1.6	-0.1	-0.5	2.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-1.0	-0.6
s32	-0.7	-0.8	-1.0	-0.1	-1.1	-0.4	-0.5	-0.5	0.1	-0.1	-1.0	-0.1
s33	-0.3	0.6	-0.1	0.3	-0.7	0.0	0.3	-0.7	0.3	-0.1	-0.7	-0.1
s34	-0.6	-0.5	-0.8	0.3	-1.2	-0.2	0.1	-0.3	0.0	0.1	-1.2	-1.0
s35	-0.5	-0.8	-0.9	-0.9	-0.9	-0.5	-0.1	-0.6	-0.3	-0.5	-0.9	-0.2
s36	-0.8	-0.2	-0.7	-0.7	-1.0	-0.5	-0.3	-0.5	0.1	0.2	-0.1	-0.4
s37	0.1	0.7	-0.5	-0.9	-0.4	-0.3	-0.6	-1.3	0.3	0.3	-0.9	1.7
s38	-0.4	-0.1	0.2	-1.2	-0.3	-0.6	-0.2	-0.9	-0.6	-0.2	-0.2	0.9
s39	-0.7	0.5	3.6	-1.3	-0.7	-0.1	0.1	-0.8	-1.3	0.3	-1.5	0.9
s40	-0.8	0.7	0.9	-0.9	-0.6	-0.4	0.2	-0.3	-0.6	-0.3	-1.1	1.0
s41	-0.1	-0.2	0.1	-0.7	0.1	-0.7	-1.3	0.9	0.9	-0.2	-0.5	1.5
s42	-0.2	-1.1	1.2	-1.3	-0.5	-0.5	-0.2	-0.5	-0.6	-0.3	0.1	0.1
s43	-0.4	-0.6	2.6	-1.5	-0.4	-0.4	-0.1	-1.0	-0.9	-0.4	-0.4	-0.2
s44	-0.1	0.0	3.2	-1.5	0.0	-0.1	0.2	-0.9	-0.8	-0.4	0.0	0.2
s45	-0.6	-0.2	0.3	-1.1	-0.1	-0.5	-0.1	-0.6	-0.4	-0.2	0.9	0.6
s46	1.8	-0.1	2.6	-1.0	1.3	-0.1	-0.2	-0.8	1.7	-0.3	1.3	2.6
s47	-0.8	-0.2	0.5	0.1	-1.2	0.1	-0.2	0.0	-0.4	-0.1	-0.5	1.5
s48	-1.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.1	-0.5	-0.6	-0.5	-0.4	-0.3	1.3	1.1
s49	-0.8	-0.4	-0.6	-0.2	-0.9	-0.4	7.1	-0.2	0.0	-0.1	-0.2	-0.1
s50	-0.6	-0.6	-0.8	-0.2	0.0	-0.2	-0.1	-0.4	1.0	0.4	0.1	0.3
s51	-0.5	-0.2	0.3	-0.5	1.4	0.0	-0.1	-0.7	1.1	0.3	0.3	2.0
s52	-0.6	-0.7	0.2	-0.3	-0.7	-0.3	-0.5	-0.5	-0.1	0.4	-0.8	-0.2
s53	-0.4	-0.8	0.3	0.3	-0.6	1.0	0.0	-0.9	-0.4	0.1	1.0	0.8
s54	-0.2	-1.2	0.1	-0.1	-0.4	-0.5	0.1	0.0	-0.1	-0.2	0.5	-0.7
s55	-0.6	-0.5	-0.8	0.7	-0.5	-0.6	0.0	0.1	-0.2	-0.1	0.4	-0.4
s56	0.1	-0.2	-0.6	0.9	-0.1	-0.5	-0.4	0.0	-0.6	-0.2	-0.7	0.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.9 ตัวอย่างค่าคะแนน (PC score) ของข้อมูลอากาศบริเวณอำเภอสารภี (ต่อ)

ตัวอย่าง	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12
s57	-0.3	-0.2	0.0	0.1	-0.1	-0.3	-0.3	1.4	0.6	-0.4	1.1	0.6
s58	-0.3	-0.8	-1.0	0.1	-0.2	-0.5	-0.2	-0.3	0.0	-0.6	-0.8	-0.1
s59	-0.1	-1.3	-0.2	1.3	0.3	0.0	-0.5	-0.4	0.2	-0.3	3.2	-0.6
s60	-0.5	-0.2	1.1	0.6	-0.2	-0.2	-0.7	-0.1	1.5	-0.9	-1.6	0.9
s61	-0.6	0.3	4.5	3.5	-0.8	-0.1	-0.2	0.2	2.0	0.6	-1.5	-0.4
s62	-0.9	-1.1	1.2	0.3	-0.6	-0.4	-0.6	1.3	-1.7	0.5	0.1	3.1
s63	-1.1	-0.5	2.3	2.5	-1.1	-0.3	0.1	1.3	-1.5	1.0	-0.4	2.6
s64	-1.8	-1.0	0.1	-1.7	0.7	-0.8	-0.1	-1.0	-1.1	-0.3	0.3	-1.2
s65	-0.2	-0.8	-1.2	2.1	-0.3	-0.5	-0.2	-0.8	-0.2	-0.4	-0.9	0.1
s66	0.1	0.0	-0.8	1.5	0.5	0.4	-0.1	-1.3	1.2	-0.6	-1.0	0.2
s67	0.2	-0.6	-0.3	2.1	-0.1	-0.1	0.3	-0.1	1.6	-0.4	-0.5	-0.4
s68	0.5	0.4	-0.7	0.7	2.2	0.9	1.9	-1.2	0.5	-1.3	-1.4	1.7
s69	-1.2	-0.4	-1.7	3.5	0.8	-0.4	1.1	-1.1	-0.4	-0.3	0.0	1.5
s70	-0.9	-0.4	-0.8	1.7	0.3	-0.5	0.2	-0.3	-0.5	-0.3	1.1	-0.2
s71	-0.9	-1.3	-1.1	1.3	0.9	-0.4	0.3	-0.6	-0.2	-0.4	2.5	-0.1
s72	0.4	-0.9	0.2	2.1	1.0	-0.3	-0.2	-0.4	-0.7	-0.3	1.2	-0.9
s73	-0.5	-0.6	-0.4	2.4	0.0	0.2	-0.5	-0.5	-0.8	7.6	1.3	0.0
s74	-1.0	0.7	0.5	0.5	1.0	-0.6	-0.5	-0.8	-0.8	0.3	0.1	-1.4
s75	0.0	1.1	1.0	0.9	2.4	0.8	1.8	-2.0	0.7	-1.2	1.2	2.6
s76	-0.3	1.4	0.7	0.0	2.4	0.1	-0.1	-0.4	-0.1	1.2	0.2	-0.1
s77	0.0	1.6	0.2	1.1	1.3	0.1	-0.2	-0.2	-0.4	0.0	-0.4	-0.8
s78	-0.2	0.7	0.3	0.3	2.0	1.5	1.0	-1.0	0.0	-0.5	0.8	1.4
s79	-0.1	0.3	-0.5	1.4	0.8	-0.3	-0.3	-0.4	-0.8	0.1	0.5	-0.7
s80	-0.1	1.2	-0.1	0.3	0.5	0.5	0.4	0.6	-0.5	-0.1	-0.1	-1.7
s81	-0.1	0.6	-0.4	1.0	0.9	0.2	0.0	0.4	-0.6	0.3	0.0	-1.4
s82	-0.1	0.4	-0.3	0.6	1.0	0.9	0.2	1.7	-0.6	0.2	-0.2	-0.5
s83	-0.1	2.1	0.0	-0.1	1.3	-0.3	-0.1	3.0	0.0	0.2	-1.5	-0.3
s84	-0.2	2.0	0.1	0.3	1.5	1.3	-0.4	1.2	-0.4	0.3	-1.2	-0.3
s85	-1.0	1.4	-0.1	-0.6	1.5	-0.6	-0.2	0.5	-0.7	0.1	-0.1	-1.3
s86	-1.2	0.1	-0.3	-0.6	1.5	-0.4	-0.6	1.7	-0.6	0.1	0.1	0.0
s87	0.2	1.2	-0.3	-0.3	1.9	0.0	0.7	2.3	-0.6	-0.7	-0.8	0.7
s88	-0.6	0.7	-0.3	-0.3	1.1	0.3	0.6	0.5	-0.7	-0.6	-1.6	0.0
s89	-1.1	-0.1	-0.4	-0.5	1.5	-0.3	-0.4	0.1	-0.6	-0.4	-1.6	-0.4
s90	1.2	1.2	0.6	-0.3	1.9	0.4	-0.3	2.6	-0.9	-0.4	-1.0	-0.2
s91	-0.3	-0.2	-1.0	1.1	2.3	-0.3	0.6	0.3	-0.9	-0.4	-0.1	0.1
s92	-0.9	-1.1	-0.5	-0.2	0.6	-0.7	-0.3	0.6	-0.7	-0.3	-0.5	-0.4
s93	-1.2	-1.0	-0.6	-0.4	1.2	-0.8	-0.3	0.0	-0.8	-0.1	0.0	-0.8
s94	-0.7	-0.9	-0.6	0.0	1.3	-0.5	-0.5	-0.3	-0.5	-0.3	-0.3	-0.7
s95	-0.7	-1.4	0.3	-1.0	1.1	-0.4	-0.4	-0.1	-0.8	-0.1	1.4	-1.2
s96	0.2	-0.5	0.6	0.2	1.4	-0.4	-0.4	0.3	-0.4	-0.1	1.3	-1.7
s97	-0.5	-0.6	0.3	-0.2	0.2	-0.6	-0.3	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.7
s98	0.7	-1.0	0.4	-0.2	1.2	-0.1	-0.4	-0.1	-0.5	-0.5	-0.3	-0.7
s99	-0.3	-0.8	0.1	-0.8	1.5	-0.6	-0.4	-0.1	-0.3	-0.3	-0.1	-1.0
s100	-0.6	-0.8	0.3	-0.9	1.1	-0.2	-0.2	0.0	-0.2	-0.3	0.5	-0.5
s101	-0.8	-0.8	-0.5	-0.5	-0.4	-0.5	-0.5	0.6	0.9	-0.5	-0.9	-0.5
s102	-0.3	-0.6	0.9	-0.5	0.4	0.3	-0.7	-0.3	-0.3	-0.4	0.1	-0.9
s103	-0.3	-1.0	0.1	-0.5	0.1	1.3	-0.3	-0.3	0.6	-0.4	-0.2	-0.4
s104	1.2	-1.2	0.3	-0.7	1.2	3.3	0.4	1.5	0.3	0.1	1.1	-0.3
s105	-0.7	1.0	-1.0	0.1	-0.6	0.2	-0.7	-0.9	0.7	-0.6	-1.4	-0.1
s106	1.0	-0.2	-0.4	-0.5	0.1	-0.4	-0.3	0.0	-0.2	-0.4	-0.3	-0.7
s107	0.2	0.4	0.2	-1.0	1.3	-0.2	-0.7	0.1	4.5	4.4	0.0	-0.7
s108	-0.7	-0.9	-0.2	-0.7	-0.7	0.4	-0.2	0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.5
s109	-0.4	-0.8	-0.1	-0.3	-0.1	-0.3	0.5	0.0	1.3	-0.5	1.3	-0.3
s110	0.8	-0.5	-0.3	-0.4	-0.3	0.0	-0.1	-0.1	1.0	-0.6	-1.0	-0.7
s111	0.4	-1.3	4.7	1.4	-1.1	0.1	2.3	1.1	1.2	-0.4	0.5	-2.2
s112	-0.8	-0.7	1.0	-0.8	-0.3	-0.4	0.2	0.3	0.0	-0.2	0.8	-1.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.9 ตัวอย่างค่าคะแนน (PC score) ของข้อมูลอากาศบริเวณอำเภอสารภี (ต่อ)

ตัวอย่าง	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12
s113	0.6	-1.7	-0.6	0.5	-0.8	0.0	0.6	5.3	2.0	-0.6	-0.5	0.1
s114	0.2	1.0	0.0	-0.5	-0.6	-0.5	-0.6	-0.4	1.6	-0.3	0.8	0.2
s115	0.7	-0.8	-0.4	-0.1	-0.5	0.2	-0.1	0.9	1.1	-0.6	0.4	-0.3
s116	-0.6	-0.1	-0.6	0.2	-0.4	0.0	0.1	-0.7	1.8	-0.6	-0.3	-0.4
s117	2.6	-1.0	-0.1	0.9	-0.9	1.2	0.6	0.0	2.0	-0.8	-0.6	-0.6
s118	-0.9	0.0	-0.7	-0.4	-0.9	0.0	0.1	0.1	2.8	-0.3	1.4	-0.2
s119	-1.2	3.2	0.1	-0.8	-0.8	0.1	-0.7	0.4	1.8	-0.1	2.5	0.2
s120	-1.1	2.9	-0.1	-0.7	-0.6	-0.2	-0.9	0.2	0.9	-0.3	1.3	0.0
s121	-1.0	2.6	-0.5	-0.4	-0.1	-0.3	-1.1	-0.3	2.6	-0.4	-0.4	0.1
s122	-1.6	-0.5	-0.5	-0.9	-0.8	9.1	-0.4	-0.3	-1.4	0.4	0.1	-0.2
s123	-0.6	-0.7	-0.5	-0.1	-0.7	-0.2	-0.2	-0.3	2.3	-0.5	-0.7	-0.9
s124	-0.1	0.1	-0.1	-0.5	-0.6	0.9	0.2	-0.4	0.6	-0.4	-1.6	-0.8
s125	-0.1	-0.5	-0.6	-0.4	-0.9	1.3	-0.5	0.2	0.3	-0.5	-1.0	-0.2
s126	0.5	-0.9	-1.0	-0.7	-0.9	1.1	-0.1	-0.6	0.9	-0.7	1.3	0.5

ข้อมูลมลสารชนิดที่มีค่า communiality ใกล้ 1 แสดงว่าอธิบายด้วย PCA ได้ดีหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่ามลสารชนิดที่มีค่า communiality น้อยกว่า 1 มากๆนั้นถือว่าไม่เหมาะสมจะนำมาใช้ใน PCA ในงานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยได้ใช้วิธีดึงข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีที่มีค่า communiality น้อยกว่า 0.7 ออกจากการพิจารณาเนื่องจากถือว่าอธิบายด้วย PCA ได้ไม่ดีเท่าที่ควรดังจะเห็นได้จากตารางที่ 2.6 ว่าองค์ประกอบทางเคมีที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลล้วนแต่มีค่า communiality ตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป ส่วนความเหมาะสมในการใช้ PCA กับข้อมูลโดยรวมนั้นพิจารณาได้จากค่า KMO (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy) ดังแสดงในตารางที่ 2.7 หากค่า KMO ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละชุดมีค่าไม่ถึง 0.5 แล้วคณะผู้วิจัยจะถือว่าข้อมูลนั้นไม่เหมาะสมที่จะวิเคราะห์โดย PCA ต้องมีการปรับเปลี่ยนจำนวนข้อมูลหรือไม่ก็ยุติการใช้ PCA กับข้อมูลดังกล่าว

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบหลัก (PC loading) ที่ได้จากการคำนวณนั้นจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นจากแหล่งกำเนิดชนิดต่างๆในงานวิจัย เพื่อระบุแหล่งกำเนิดของ PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ตัวอย่างเช่นในตารางที่ 2.8 พบว่าวิเคราะห์องค์ประกอบหลักได้ทั้งหมด 12 ชนิด (PC1-PC12) ซึ่งสามารถอธิบายค่าความแปรปรวนของข้อมูลดิบ (% cumulative variance)รวมทั้งสิ้น ได้ 83 % สารเคมีที่อยู่แถวเดียวกับตัวเลขที่แรเงาไว้ในตารางคือสารเคมีที่จัดเป็นลักษณะเด่นของ PCนั้นๆ เนื่องจากมีค่า PC loading สูงกว่าสารชนิดอื่น (ดูค่าตามแนวนอนของตาราง) ตัวอย่างเช่น PC1 นั้นถือเป็นองค์ประกอบหลักที่มีอิทธิพลในการเพิ่มความเข้มข้น benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, benzo(a)pyrene, indeno[1,2,3-cd]pyrene, dibenzo(a,h)anthracene และ benzo[ghi]perylene ใน PM_{10}จากข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีของแหล่งกำเนิดพบว่าสาร PAHs ต่างๆข้างต้นมีมากในรถน้ำมันเบนซินทั้งแบบติดตั้งและไม่ติดตั้ง catalyst รวมทั้งการเผา fuel oil จึงกล่าวได้ว่า PC1 แสดงถึงฝุ่นจากท่อไอเสียรถน้ำมันเบนซินทั้งแบบติดตั้งและแบบไม่ติดตั้ง catalyst (gasoline vehicle exhaust) เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนค่าคะแนน (PC score) ที่ได้จากการคำนวณนั้นเป็นคะแนนที่ผ่านการ standardized แล้ว แสดงถึงน้ำหนักอิทธิพลแบบเปรียบเทียบขององค์ประกอบหลัก (PC) แต่ละตัวที่มีต่อตัวอย่างฝุ่นแต่ละตัวอย่าง ยกตัวอย่างเช่นในตารางที่ 2.9 นั้นพบว่า PC1 (ฝุ่นจากท่อไอเสียรถน้ำมันเบนซิน) มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นมลสารโดยรวมในตัวอย่าง s11 มากที่สุด (PC score = 3.5) และน้อยที่สุด (PC score = -1.8) ในตัวอย่าง s64 สำหรับตัวอย่าง s18 นั้นถือว่าได้รับอิทธิพลจาก PC1 ในระดับปานกลางเมื่อเทียบกับตัวอย่างอื่น ๆ

ในขั้นต่อไปคณะผู้วิจัยได้คำนวณ PC absolute zero data (ดูตารางที่ 2.10) ซึ่งเป็นข้อมูลสมมุติขึ้นมาตามวิธี absolute principal component โดยใช้สมการ 2.7-1 (Morandi M.T. et al., 1987) ต่อไปนี้

$$\text{PC absolute zero data } (Z_0) \quad = \quad \frac{0 - \overline{C_i}}{S_i} \qquad (2.7\text{-}1)$$

$\overline{C_i}$: ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมี ชนิด i

S_i : ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมี ชนิด i

จะเห็นได้ว่าสมการ (2.7-1) มีรูปแบบเดียวกับสมการที่ใช้ standardize ข้อมูลความเข้มข้นองค์ประกอบทางเคมี เพียงแต่ได้แทนค่า 0 ลงในตำแหน่งความเข้มข้นองค์ประกอบทางเคมีเท่านั้น ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า PC absolute zero data นี้เป็นข้อมูลความเข้มข้นต่ำสุดที่ผ่านการ standardized แล้วของมลสารแต่ละชนิด

จากนั้น PC absolute zero data นี้จะถูกนำไปคูณกับค่าสัมประสิทธ์ของ PC score (PC score coefficient เป็นค่าที่ใช้คูณกับความเข้มข้นองค์ประกอบทางเคมีเพื่อให้ได้ PC score ดังแสดงรายละเอียดไว้ในสมการที่ 2.7-2) เพื่อให้ได้ PC zero score สำหรับนำไปลบออกจาก PC score (ตารางที่ 2.9) ผลที่ได้จากการคำนวณก็คือค่า score ที่ถูกจัดน้ำหนักขึ้นใหม่ให้แหล่งกำเนิดแต่ละชนิดมี score ซึ่งสามารถแสดงถึงลักษณะเฉพาะตัว กล่าวคือไม่ให้เป็นค่าที่ถูก standardize ค่า score อันใหม่นี้เรียกว่า absolute principal component score (APCS) ซึ่งจะใช้นำไปหาความสัมพันธ์กับข้อมูลความเข้มข้น PM10 ที่วัดได้จริงภายใต้สมการถดถอยพหูคูณ (multiple regression analys is, stepwise) ที่มีรูปแบบดังแสดงไว้ในสมการ 2.7-3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.10 ตัวอย่าง PC zero score ของข้อมูลอากาศบริเวณอำเภอสารภี

ตัวอย่าง	PM10	AL	AS	CD	CR	CU	.....	FLA	PYR	BAA	CHR	BBF	BKF	BAP	IND	DBA	BPER
s1	-1.73	-2.07	-0.25	-0.52	-0.37	-0.67	.....	-1.53	-1.81	-1.14	-1.32	-1.39	-1.33	-1.31	-1.58	-1.89	-1.81
s2	-1.73	-2.07	-0.25	-0.52	-0.37	-0.67	.....	-1.53	-1.81	-1.14	-1.32	-1.39	-1.33	-1.31	-1.58	-1.89	-1.81
s3	-1.73	-2.07	-0.25	-0.52	-0.37	-0.67	.....	-1.53	-1.81	-1.14	-1.32	-1.39	-1.33	-1.31	-1.58	-1.89	-1.81
s4	-1.73	-2.07	-0.25	-0.52	-0.37	-0.67	.....	-1.53	-1.81	-1.14	-1.32	-1.39	-1.33	-1.31	-1.58	-1.89	-1.81
s5	-1.73	-2.07	-0.25	-0.52	-0.37	-0.67	.....	-1.53	-1.81	-1.14	-1.32	-1.39	-1.33	-1.31	-1.58	-1.89	-1.81
s6	-1.73	-2.07	-0.25	-0.52	-0.37	-0.67	.....	-1.53	-1.81	-1.14	-1.32	-1.39	-1.33	-1.31	-1.58	-1.89	-1.81
s7	-1.73	-2.07	-0.25	-0.52	-0.37	-0.67	.....	-1.53	-1.81	-1.14	-1.32	-1.39	-1.33	-1.31	-1.58	-1.89	-1.81
s8	-1.73	-2.07	-0.25	-0.52	-0.37	-0.67	.....	-1.53	-1.81	-1.14	-1.32	-1.39	-1.33	-1.31	-1.58	-1.89	-1.81
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
S126	-1.73	-2.07	-0.25	-0.52	-0.37	-0.67	.....	-1.53	-1.81	-1.14	-1.32	-1.39	-1.33	-1.31	-1.58	-1.89	-1.81

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$f = Fx \qquad (2.7\text{-}2)$$

f : PC score

F : ค่าสัมประสิทธ์ของ PC score (PC score coefficient)

x : ความเข้มข้นองค์ประกอบทางเคมีที่ผ่านการ standardized แล้ว

$$C_i = b_{0,i} + \sum APCS_p \times b_{p,i} \qquad (2.7\text{-}3)$$

C_i : ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมี ชนิด i (ไม่ผ่านการ standardized)

$b_{0,i}$: ค่าคงที่สำหรับองค์ประกอบทางเคมี ชนิด i

$APCS_p$: absolute principal component scoreสำหรับแหล่งกำเนิดชนิด p

$b_{p,i}$: ค่าสัมประสิทธิ์สมการถดถอยสำหรับองค์ประกอบทางเคมีชนิด i แหล่งกำเนิดชนิด p

ในการคำนวณสัดส่วนการแจกแจงของแหล่งกำเนิด PM10 (% PM10 source contribution) นั้นคิดจากพจน์ที่เป็นบวกของ สมการ 2.7-3 ดังแสดงตัวอย่างไว้ในตารางที่ 2.11

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.11 ตัวอย่างสัดส่วนการแจกแจงของแหล่งกำเนิด PM10 บริเวณ อ.สารภี

ฤดู	หน่วย	ค่าคงที่	APC5	APC9	APC1	APC6	APC4
			vegetative burning	high napthalene	gasoline vehicle exhaust	paint-repairing	diesel vehicle exhaust
ฝน	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร	1.401	1.219	0.038	-1.127	-0.195	0.188
	% contribution	49	43	1	-	-	7
เปลี่ยนจากฝนเป็นแล้ง	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร	0.623	0.737	0.025	-0.327	-0.036	0.046
	% contribution	44	51	2	-	-	3
แล้ง	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร	1.246	2.424	0.117	-0.631	-0.121	0.378
	% contribution	30	58	3	-	-	9
เปลี่ยนจากแล้งเป็นฝน	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร	0.654	0.882	-0.209	-0.448	-0.095	0.085
	% contribution	40	62	-	-	-	6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.8 ข้อมูลเพิ่มเติม

ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาจากสถานีตรวจวัดอากาศที่โรงเรียนยุพราชวิทยาลัยในการดูแลของกรมควบคุมมลพิษ และสถานีตรวจอากาศที่สนามบินจังหวัดเชียงใหม่ ในการดูแลของกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งจะนำมาใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ทิศทางลม กับปริมาณฝุ่น PM10 ในขั้นตอนการวิเคราะห์ผล โดยข้อมูลดังกล่าวได้รับความอนุเคราะห์จากหน่วยงานทั้งสอง

2.9 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

18 เดือน ซึ่งรายละเอียดปรากฏในหัวข้อ 1.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

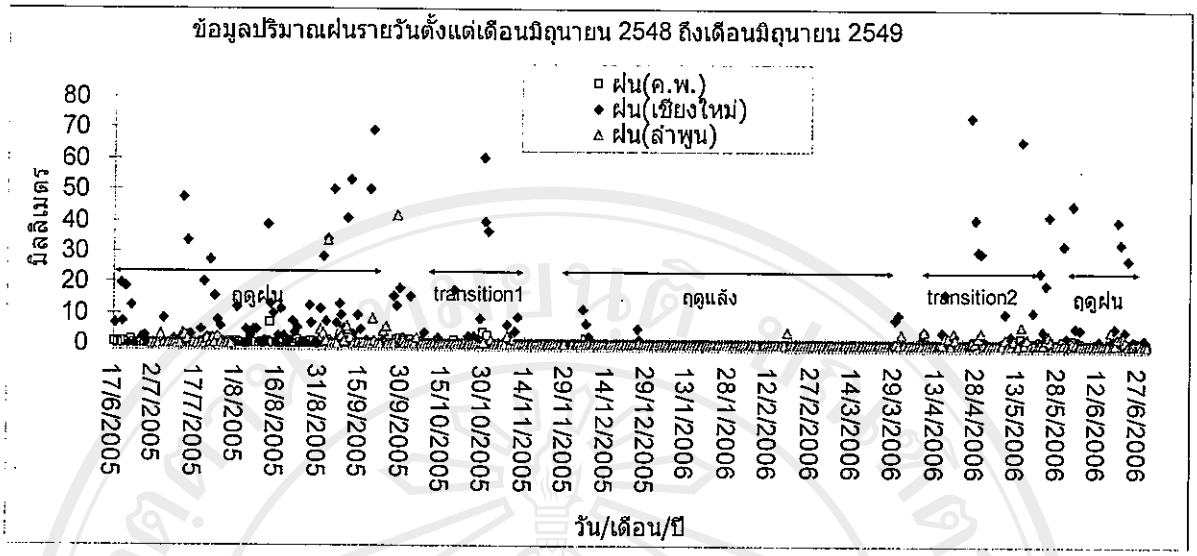
บทที่ 3 ผลการวิจัย

ผลการดำเนินการวิจัยของโครงการใช้เวลาทั้งสิ้น 18 เดือนโดยทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นจากสถานีเก็บอากาศ 4 แห่งเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่ มิถุนายน 2548 ถึงมิถุนายน 2549 ซึ่งการเริ่มดำเนินการวิจัยต้องล่าช้ากว่าแผนการดำเนินการที่กำหนดไว้ประมาณ 1.5 เดือน เนื่องด้วยทางโครงการต้องรอการอนุเคราะห์เครื่องเก็บอากาศ High Volume Air Sampler จากกรมควบคุมมลพิษในการติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่น PM_{10} นอกจากนี้ในขั้นตอนการ calibrate เครื่องเก็บอากาศคณะผู้วิจัยและเจ้าหน้าที่จากกรมควบคุมมลพิษพบว่าเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นที่ติดตั้ง ณ บริเวณที่ว่าการอำเภอสารภีและสถานีเก็บอากาศบริเวณจังหวัดลำพูนมีปัญหาเกี่ยวกับการรั่วของตัวเครื่องเก็บอากาศ ทำให้ไม่สามารถเริ่มดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นได้ จึงต้องรอการเปลี่ยนเครื่องเก็บอากาศเป็นเวลาประมาณ 2 สัปดาห์ ภายหลังจากคณะผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากกรมควบคุมมลพิษอีกครั้งในการนำเครื่องใหม่มาติดตั้งแทนเครื่องเดิมที่มีปัญหาก็ได้เริ่มเก็บตัวอย่างจริงทันที อนึ่งหลังจากเริ่มดำเนินงานไปได้ไม่นานคณะผู้วิจัยยังคงพบปัญหาการรั่วที่จุดเก็บตัวอย่างบริเวณจังหวัดลำพูนอีก จึงต้องแก้ไขโดยการเปลี่ยนประเกนกันการรั่วไหล ทั้งนี้สามารถดูรายละเอียดของวันเวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ตามรายละเอียด ภาคผนวก ซ รายละเอียดของผลการดำเนินโครงการฯ ทั้งหมดมีดังต่อไปนี้

3.1 ลักษณะทั่วไปทางอุตุนิยมวิทยาบริเวณสถานีเก็บตัวอย่างอากาศ PM_{10}และตัวอย่างฝุ่นขนาดต่าง ๆ

โครงการวิจัยนี้ได้แบ่งช่วงเวลาที่ใช้ในการศึกษาออกเป็น 4 ฤดูโดยอาศัยข้อมูลปริมาณฝนของทั้งสามสถานีตรวจวัดอากาศเป็นหลัก ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ฤดูฝน (Wet season) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2548 ถึงเดือนกันยายน 2548 และ มิถุนายน 2549 มีปริมาณฝน 36.20 มิลลิเมตร (เฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของทั้งสามสถานีเท่ากับ 0.4±1.05 มิลลิเมตร/วัน) ฤดูแล้ง (Dry season) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่เดือนธันวาคม 2548 ถึงเดือนมีนาคม 2549 มีปริมาณฝน 2.22 มิลลิเมตร (เฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.007±0.029 มิลลิเมตร/วัน) ช่วงเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูหนาว (Transition - 1) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่เดือนตุลาคม 2548 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2548 มีปริมาณฝน 11.49 มิลลิเมตร (เฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.085±0.25 มิลลิเมตร/วัน) ช่วงเปลี่ยนจากฤดูหนาวเป็นฤดูฝน (Transition - 2) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่เดือนเมษายน 2549 ถึงเดือนพฤษภาคม 2549 มีปริมาณฝน 12.38 มิลลิเมตร (เฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.13±0.32 มิลลิเมตร/วัน)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



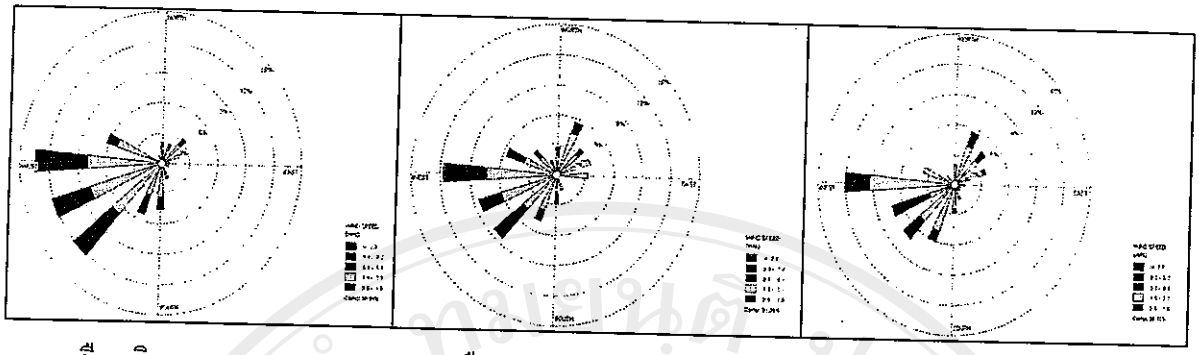
รูปที่ 3.1 ข้อมูลปริมาณฝนรายวันตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2548 ถึงเดือนมิถุนายน 2549 ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สนามบินเชียงใหม่ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย และสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่จังหวัดลำพูน

3.1.1 ความถี่ของเวกเตอร์ลม (Wind rose)

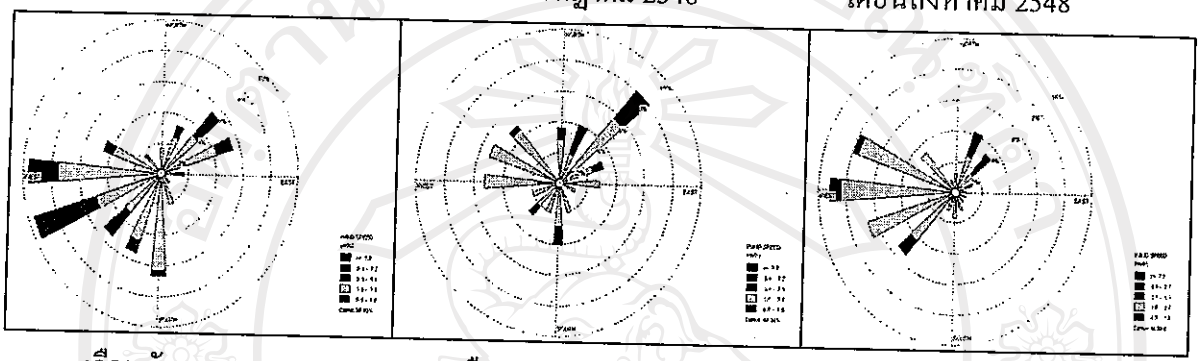
คณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลความเร็ว ความถี่ ทิศทางลมที่พัดผ่านสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศอากาศโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย ในความดูแลของกรมควบคุมมลพิษ และสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สนามบินเชียงใหม่ ในความดูแลของกรมอุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่มาพล็อต Wind Rose รายเดือนโดยใช้ WRPlot software ได้ผลดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.2 และ 3.3

Wind Rose แสดงให้เห็นว่าในช่วง ฤดูฝน ซึ่งอยู่ระหว่างช่วงเดือนมิถุนายน 2548 กับกันยายน 2548 พบว่าที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่โรงเรียนยุพราชวิทยาลัยลมส่วนใหญ่พัดมาจากทิศใต้ผ่านโดยมีความเร็วลมอยู่ในช่วง 1.5-2.1 เมตร/วินาที ในขณะที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สนามบินนั้นลมส่วนใหญ่พัดมาจากทิศตะวันตกและตะวันตกเฉียงใต้โดยมีความเร็วลมอยู่ในช่วง 1.6-5.1 เมตร/วินาที เห็นได้ว่าแม้พื้นที่ของสถานีตรวจคุณภาพอากาศทั้งสองแห่งจะอยู่ห่างกันไม่มากแต่ทิศทางของลมนั้นแตกต่างกัน ผลนี้อาจมีสาเหตุมาจากสภาพทางภูมิประเทศของตัวเมืองเชียงใหม่ซึ่งมีภูเขาล้อมรอบโดยเฉพาะสนามบินซึ่งอยู่บริเวณเชิงเขาอาจได้รับอิทธิพลของการเคลื่อนตัวของอากาศจากสภาพพื้นที่เนินเขา

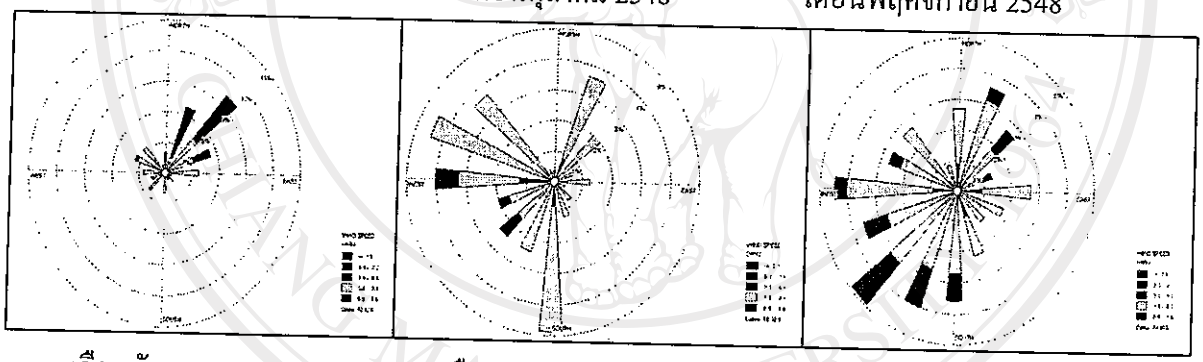
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



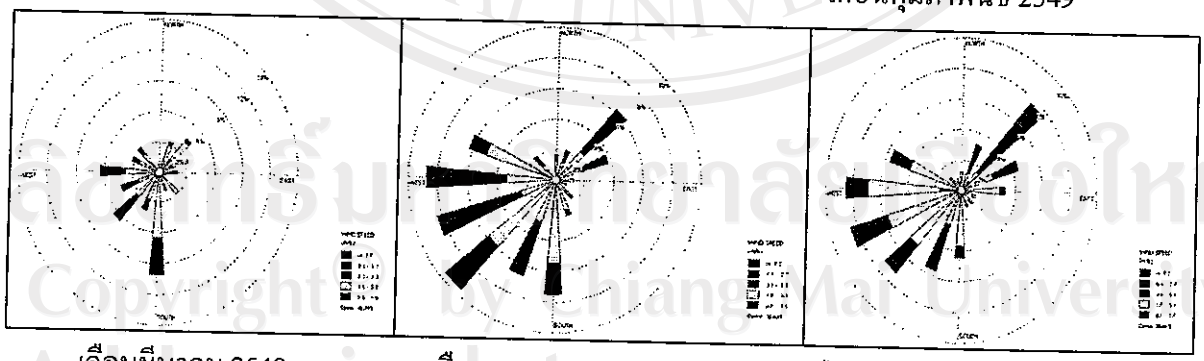
เดือนมิถุนายน 2548 เดือนกรกฎาคม 2548 เดือนสิงหาคม 2548



เดือนกันยายน 2548 เดือนตุลาคม 2548 เดือนพฤศจิกายน 2548



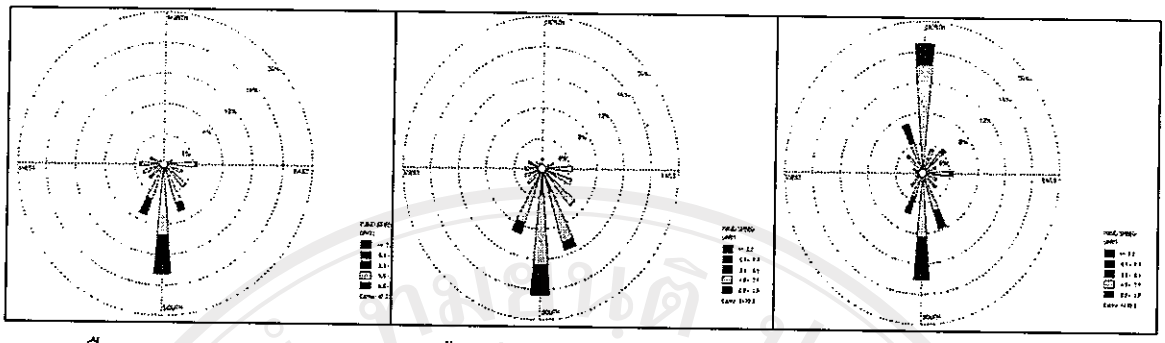
เดือนธันวาคม 2548 เดือนมกราคม 2549 เดือนกุมภาพันธ์ 2549



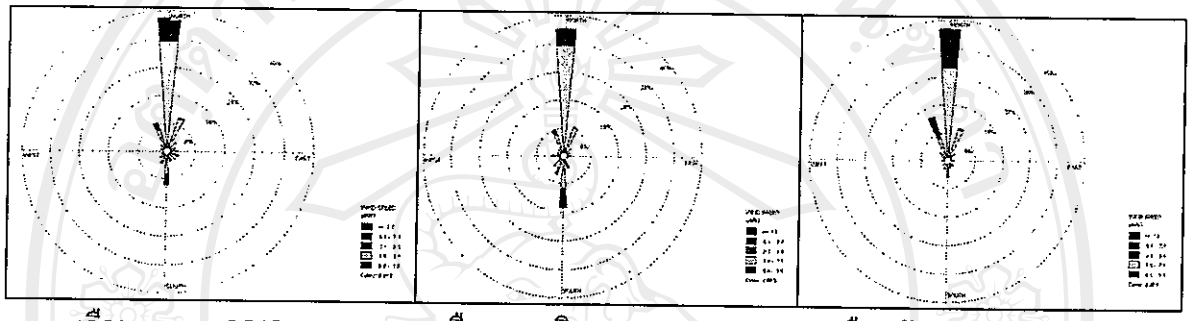
เดือนมีนาคม 2549 เดือนเมษายน 2549 เดือนพฤษภาคม 2549

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

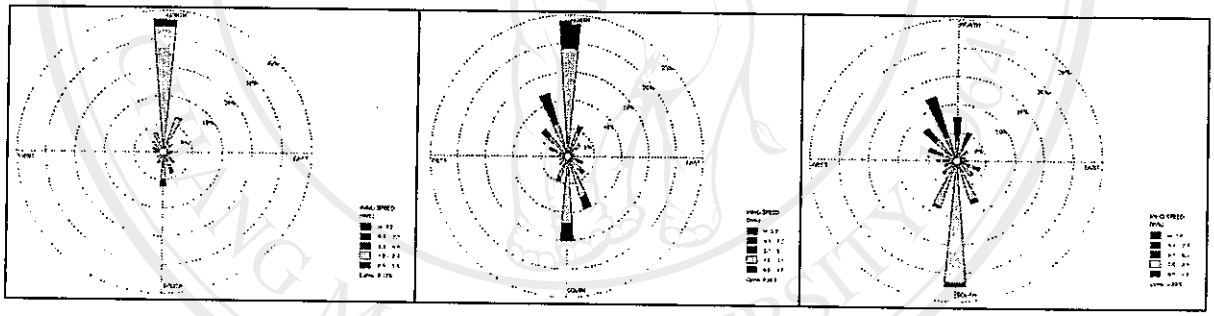
รูปที่ 3.2 Wind rose สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สนามบินเชียงใหม่ในการดูแลของการบินพาณิชย์



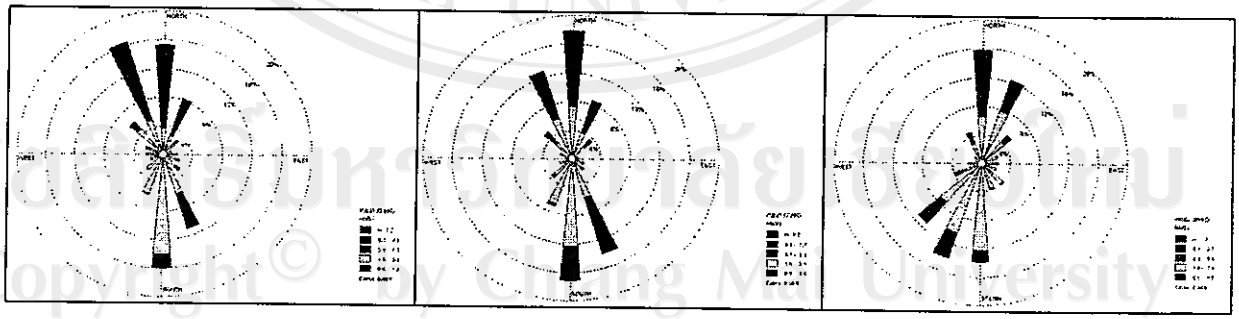
เดือนกรกฎาคม 2548 เดือนสิงหาคม 2548 เดือนกันยายน 2548



เดือนตุลาคม 2548 เดือนพฤศจิกายน 2548 เดือนธันวาคม 2548



เดือนมกราคม 2549 เดือนกุมภาพันธ์ 2549 เดือนมีนาคม 2549



เดือนเมษายน 2549 เดือนพฤษภาคม 2549 เดือนมิถุนายน 2549

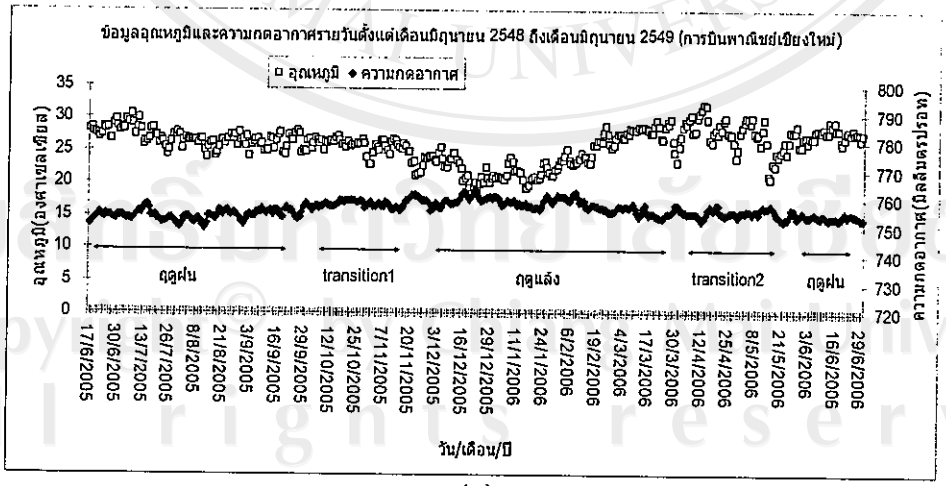
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 3.3 Wind rose รายเดือนของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย ในการดูแลของกรมควบคุม

สำหรับในช่วงเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูแล้งนั้นพบว่า ลมที่พัดเข้าหาสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่โรงเรียนยุพราชวิทยาลัยนั้นส่วนใหญ่มาจากทางทิศเหนือแตกต่างจากฤดูหนาวอย่างเห็นได้ชัดโดยมีความเร็วลมอยู่ในช่วง 1.5-2.0 เมตร/วินาที ในขณะที่ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สนามบินเชียงใหม่มีลมคล้ายคลึงกับที่พบในฤดูฝนกล่าวคือลมส่วนใหญ่มาจากทิศตะวันตกและตะวันตกเฉียงเหนือโดยมีความเร็วลมอยู่ในช่วง 1.5-2.1 เมตร/วินาที ในช่วงฤดูแล้ง ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่โรงเรียนยุพราชวิทยาลัยมีลมพัดมาจากทางทิศเหนือเป็นหลักในต้นฤดูแล้วจึงเริ่มมีการเปลี่ยนทิศของการพัดในช่วงปลายฤดูโดยที่ความเร็วเฉลี่ยของลมที่พัดมาจากทางทิศเหนือในฤดูนี้อยู่ในช่วงค่า 1.5-2.1 เมตร/วินาที ส่วนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสนามบินเชียงใหม่นั้นลมมีการเปลี่ยนแปลงทิศทางตลอดฤดู ในช่วงการเปลี่ยนจากฤดูแล้งเป็นฤดูฝน ลมที่พัดเข้าหาสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่โรงเรียนยุพราชวิทยาลัยโดยส่วนใหญ่มาจากทิศเหนือและใต้ โดยลมที่พัดจากทางเหนือจะมีความเร็วลมอยู่ในช่วง 2.1-5.1 เมตร/วินาที และลมที่พัดมาจากทางทิศใต้จะมีความเร็วลมในช่วง 1.5-2.1 เมตร/วินาที ส่วนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สนามบินเชียงใหม่นั้นลมส่วนใหญ่พัดมาจากทิศตะวันตกและตะวันตกเฉียงเหนือโดยความเร็วลมส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 1.5-5.1 เมตร/วินาที

3.1.2 อุณหภูมิและความกดอากาศ

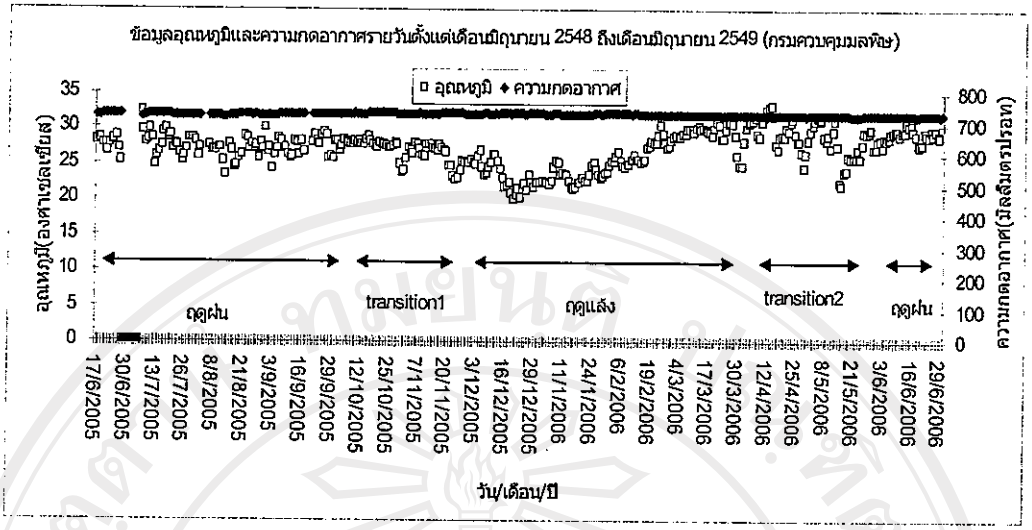
รูปที่ 3.4 แสดงค่าอุณหภูมิและความกดอากาศรายวันที่วัดได้จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 3 สถานี



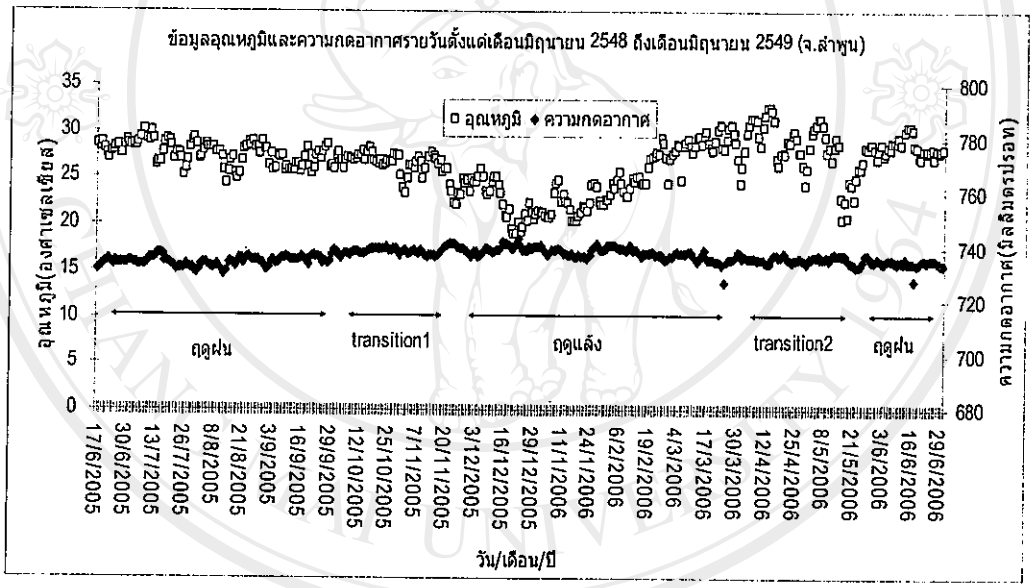
(ก)

รูปที่ 3.4 อุณหภูมิและความกดอากาศในฤดูฝน ณ (ก) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สนามบินเชียงใหม่ (ข) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย และ (ค) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจังหวัดลำพูน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



(ข)



(ค)

<u>รูปที่ 3.4</u> อุณหภูมิและความกดอากาศในฤดูฝน ณ (ก) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สนามบินเชียงใหม่(ข) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยและ (ค) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจังหวัดลำพูน (ต่อ)

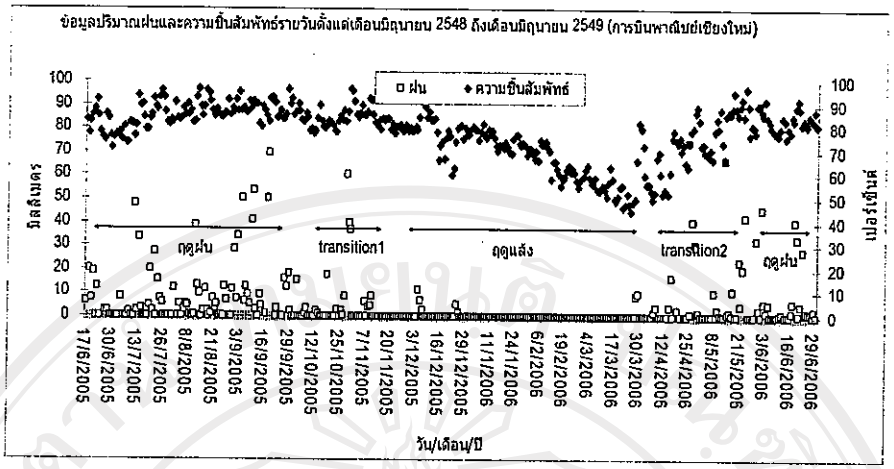
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พบว่าในฤดูฝน (มิถุนายน 2548 ถึงเดือนกันยายน 2548 และ เดือนมิถุนายน 2549) อุณหภูมิทั้ง 3 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ มีค่าอยู่ในช่วง 23.4 ถึง 30.69 องศาโดยค่าอุณหภูมิเฉลี่ย ± ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของทั้งสามสถานีใกล้เคียงกันกล่าวคือบริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สนามบินเชียงใหม่เท่ากับ 26.93±1.32 องศาเซลเซียส บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยเท่ากับ 27.84±1.48 องศาเซลเซียส และบริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่จังหวัดลำพูนเท่ากับ 27.94±3.49 องศาเซลเซียส ส่วนค่าความกดอากาศนั้นพบว่าสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่โรงเรียนยุพราชวิทยาลัยและบริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่จังหวัดลำพูน มีค่าใกล้เคียงกันโดยอยู่ระหว่าง 722.4 ถึง 738.84 มิลลิเมตรปรอท โดยความกดอากาศ ± ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) มีค่าเท่ากับ729.5±1.97 มิลลิเมตรปรอทและ 734.5±1.58 มิลลิเมตรปรอทตามลำดับในขณะที่ค่าเฉลี่ยความกดอากาศ ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สนามบินเชียงใหม่มีค่า 754±1.52 มิลลิเมตรปรอทซึ่งสูงกว่าสองสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศดังกล่าว ในช่วงเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูแล้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสนามบินเชียงใหม่ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย และจังหวัดลำพูน มีอุณหภูมิเฉลี่ย ± ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 25.3±1.4 26.9±1.5 และ 26.1±1.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และในฤดูแล้งเห็นได้ชัดว่า อุณหภูมิ ณ. สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้งสามมีค่าเฉลี่ย ± ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 23.93±3.04 25.59±2.99 และ 24.58±3.14 องศาซึ่งเห็นได้ว่าทุกสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมีอุณหภูมิต่ำลงเมื่อเทียบกับกรณีฤดูฝน สำหรับช่วงเปลี่ยนจากฤดูแล้งเป็นฤดูฝนนั้นพบว่าอุณหภูมิ มีความแปรปรวนสูงในทั้งสามสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแต่อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ± ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสนามบินเชียงใหม่ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย และจังหวัดลำพูนมีค่าใกล้เคียงกัน กล่าวคือ 27.51±2.48 28.70±2.55 และ 28.06±2.78 ตามลำดับ ส่วนในด้านความกดอากาศนั้นพบว่าที่สนามบินเชียงใหม่มีค่าสูง

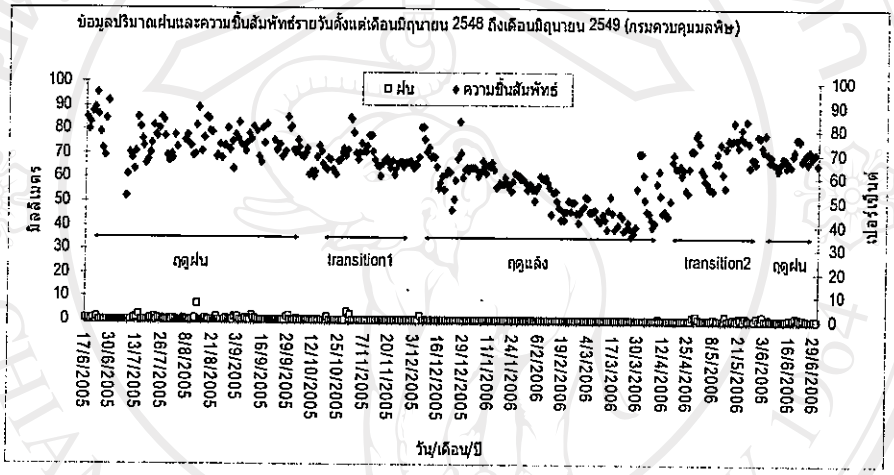
3.1.3 ปริมาณฝนและความชื้นสัมพัทธ์

ปริมาณฝนและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสนามบินเชียงใหม่ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยและสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจังหวัดลำพูนแสดงไว้ในรูปที่ 3.5

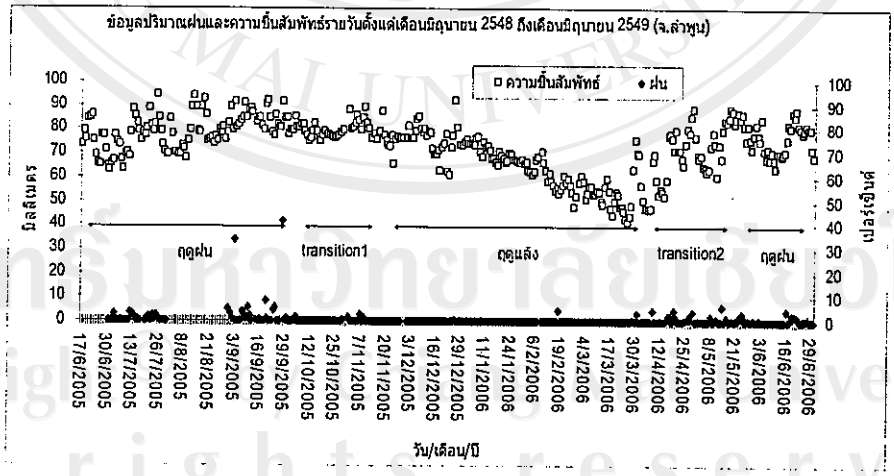
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



(ก)



(ข)



(ค)

<u>รูปที่ 3.5</u> ปริมาณฝนและความชื้นสัมพัทธ์ ณ (ก) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สนามบินเชียงใหม่ (ข) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย และ (ค) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจังหวัดลำพูน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

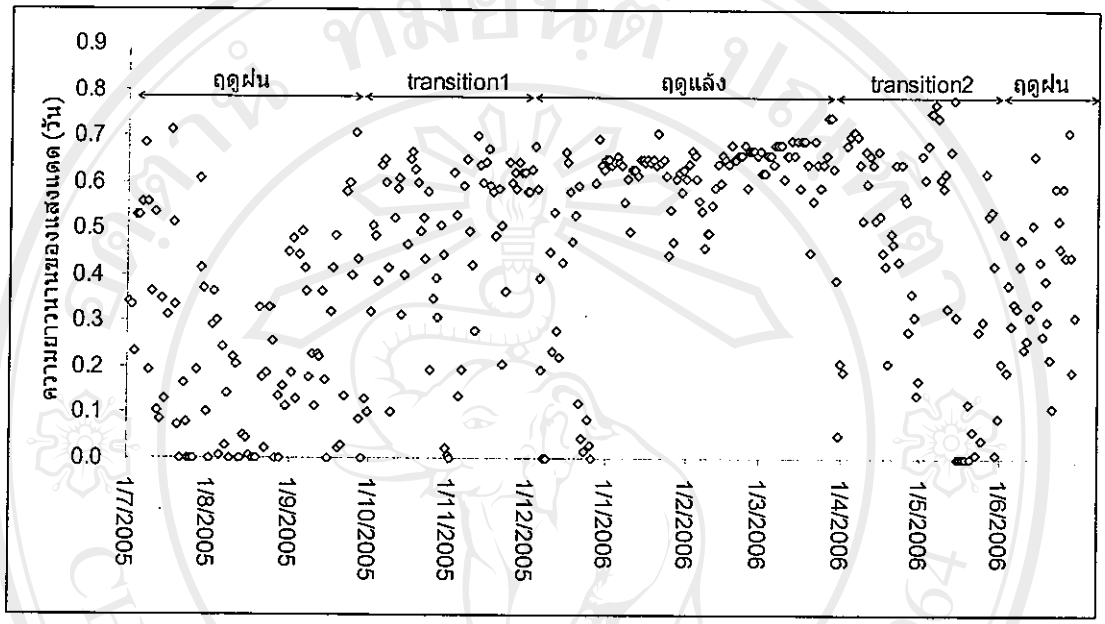
ในช่วงฤดูฝนค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนปริมาณฝนของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสนามบินเชียงใหม่ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัยและจังหวัดลำพูนมีค่าเท่ากับ 8.23±13.76 มิลลิเมตร 0.31±0.71 มิลลิเมตร และ 1.79±5.77 มิลลิเมตร ตามลำดับ เห็นได้ว่าบริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสนามบินเชียงใหม่ จะมีปริมาณฝนเฉลี่ยสูงสุด ทั้งนี้อาจเกิดจากสภาพทางภูมิประเทศเนื่องจากพื้นที่ตั้งของสนามบินติดกับภูเขา ในขณะที่ปริมาณฝนเฉลี่ยที่สถานีตรวจคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยมีค่าต่ำสุด ในด้านความชื้นสัมพัทธ์นั้นพบว่าค่าเฉลี่ยของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสนามบินเชียงใหม่ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัยและจังหวัดลำพูน มีค่าเท่ากับ 85.4±54% 68.54±21% และ 78.3±7.5% ตามลำดับ การที่ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยมีค่าต่ำและมีความแปรปรวนของข้อมูลดิบสูงนั้นคาดว่าได้รับอิทธิพลจากปริมาณฝนซึ่งมีค่าแตกต่างจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศอื่น ในช่วงเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูแล้งพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนและความชื้นสัมพัทธ์ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสนามบินเชียงใหม่ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย และจังหวัดลำพูน เท่ากับ 3.52±10.41 มิลลิเมตร 0.16±0.56 มิลลิเมตร 0.17±0.54 มิลลิเมตร และ 83.9±4% 68.7±5.3% 78.8±3.9% ตามลำดับ เห็นได้ว่าในช่วงนี้ยังมีปริมาณฝนประปรายโดยเฉพาะที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสนามบินเชียงใหม่ สำหรับในฤดูแล้ง สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสนามบินเชียงใหม่ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย และจังหวัดลำพูน มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำลงกล่าวคือเท่ากับ 68.96±11.35% 55.82±10.42% และ 64.73±10.72% ตามลำดับ และมีปริมาณน้ำฝนน้อยมากยกเว้นสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสนามบินที่มีฝนตกในช่วงต้นเดือน ธันวาคม 2548 ในช่วงเปลี่ยนจากฤดูแล้งเป็นฤดูฝนนั้น พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสนามบินเชียงใหม่ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย และลำพูน มีค่า 74.63±12.50% 63.82±11.73% และ 71.05±11.88% และมีปริมาณน้ำฝนในช่วงปลายฤดูสูงกว่าช่วงต้นฤดู ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนกับความชื้นสัมพัทธ์ภายในบริเวณสถานีตรวจคุณภาพอากาศทั้ง 3 แห่งโดยใช้วิธี pearson correlation ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แล้วพบว่าปริมาณฝนมีแทบไม่มีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์เลยดังเห็นได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) อยู่ในช่วง 0.02-0.3

3.1.4 ความยาวนานของแสงแดด

การเปลี่ยนแปลงของค่าความยาวนานของแสงแดดในแต่ละวันบริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สนามบินเชียงใหม่ เป็นดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.6 พบว่าฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยความยาวนานของแสงแดดสูงสุด (0.6±0.2 วัน) เทียบกับฤดูอื่น ๆ ในขณะที่ช่วงฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยความยาวนานของแสงแดดต่ำสุด (0.26±0.2 วัน) และมีหลายวันที่ค่าความยาวนานของแสงแดดมีค่าใกล้ศูนย์ จากการหาความสัมพันธ์ทางสถิติของความยาวนานของแสงแดดกับลักษณะอุตุนิยมวิทยา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อื่น ๆ โดยวิธี pearson correlation ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าความยาวนานของแสงแดดมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลางแบบแปรผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ (r =-0.664, $p<0.01$) ผลนี้ชี้ให้เห็นความเป็นไปได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์สูงทำให้มีเมฆหมอกในบรรยากาศจำนวนมากกั้นแสงแดดไว้ทำให้ค่ำเร็วหรือระยะเวลาที่เห็นแสงแดดสั้นลง

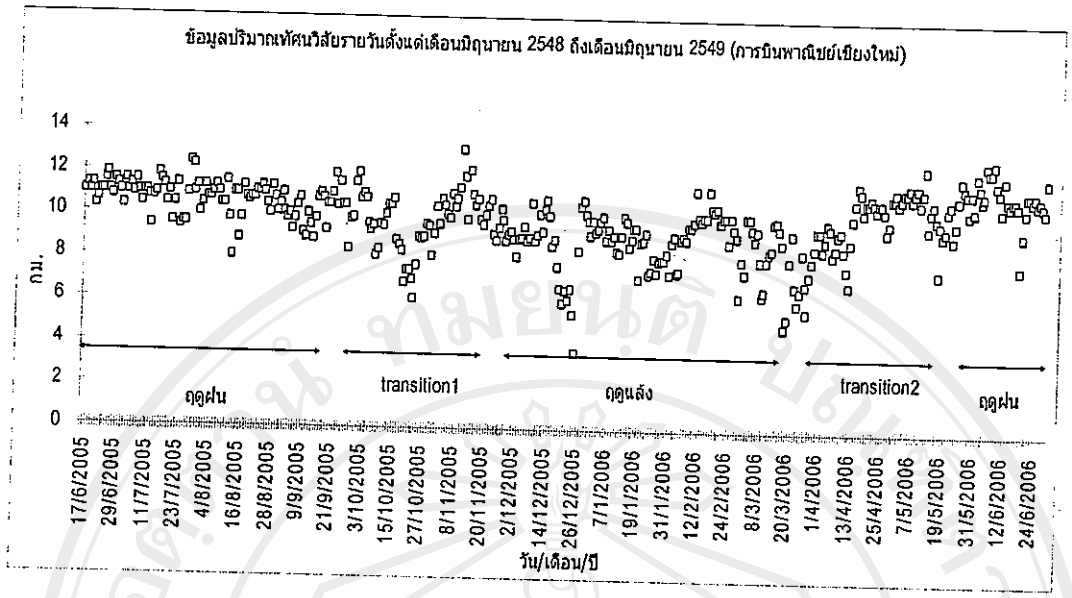


รูปที่3.6 ความยาวนานของแสงแดด ณ. สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สนามบินเชียงใหม่

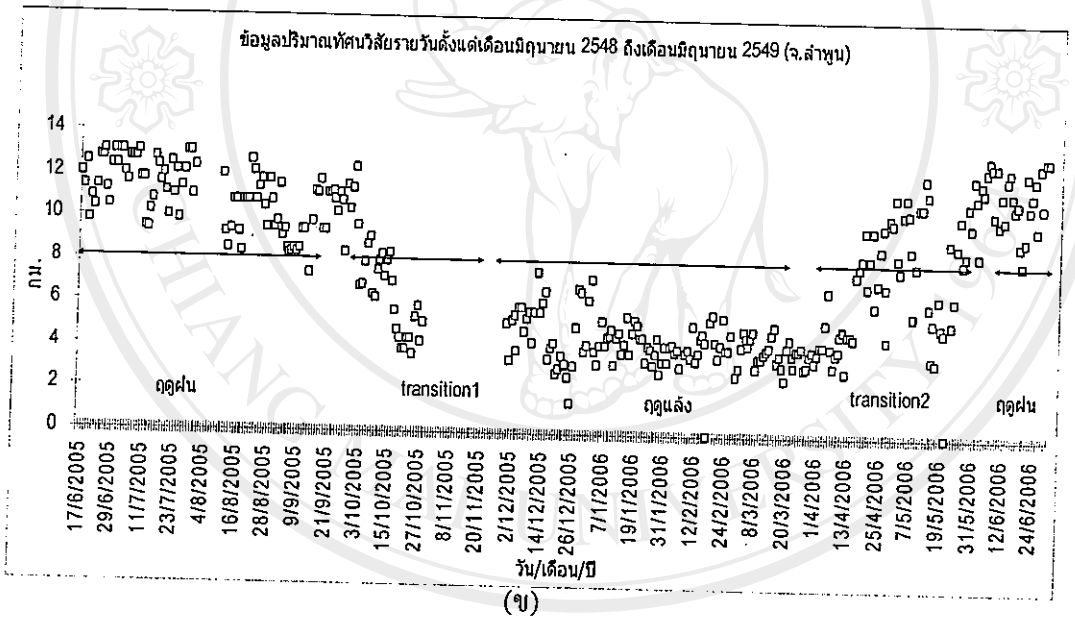
3.1.5 ทัศนวิสัย

การเปลี่ยนแปลงค่าทัศนวิสัยรายวันในรอบปีที่ทำการวิจัยแสดงไว้ในรูปที่ 3.7 ในฤดูฝน สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสนามบินเชียงใหม่และจังหวัดลำพูนมีค่าทัศนวิสัยเฉลี่ยเท่ากับ 10.74±0.87 และ 11±1.42 กิโลเมตร ตามลำดับใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้ในช่วงเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูแล้งซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.72±1.36 และ 6.74±2.25 กิโลเมตร ตามลำดับ ส่วนในฤดูแล้ง สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสนามบินเชียงใหม่และจังหวัดลำพูนมีค่าทัศนวิสัยเฉลี่ยต่ำสุดกล่าวคือเท่ากับ 8.68±1.43 และ 4.25±1.08 กิโลเมตร ตามลำดับ สำหรับทัศนวิสัยในช่วงเปลี่ยนจากฤดูแล้งเป็นฤดูฝนนั้นพบว่าค่าเฉลี่ยที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสนามบินเชียงใหม่และจังหวัดลำพูนสูงกว่าที่พบในฤดูแล้งเล็กน้อยกล่าวคือเท่ากับ 10.23±1.15 กิโลเมตร และ 7.06±2.75 กิโลเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนวิสัยกับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาอื่น ๆ โดยวิธี pearson correlation ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แล้วพบว่า ค่าทัศนวิสัยมีความสัมพันธ์ไม่มากกับความกดอากาศ (r = -0.401, -0.561) และความชื้นสัมพัทธ์ (r = 0.343, -0.410) เท่าไรนัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



(ก)



(ข)

<u>รูปที่ 3.7</u> ทัศนวิสัยในฤดูฝน ณ (ก) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สนามบินเชียงใหม่
(ข) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่จังหวัดลำพูน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.1.6 เปรียบเทียบข้อมูลอุตุนิยมวิทยาทั้งสี่ช่วงฤดู

คณะผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในแต่ละช่วงฤดูดังตารางที่ 3.1 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของสถานีตรวจวัดในแต่ละช่วงฤดู (ค่าเฉลี่ยรายวัน ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ฤดู	ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา	โรงเรียนยุพราช	สนามบินจังหวัดเชียงใหม่	จังหวัดลำพูน
ฝน	ปริมาณฝน (มิลลิเมตร/วัน)	0.40 ± 1.1	6.73 ± 10.4	1.79 ± 6.1
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27.8 ± 1.6	26.9 ±1.4	28.5 ± 5.8
	ความกดอากาศ (มิลลิเมตรปรอท)	729.5 ± 2.1	754.1 ±1.7	734.6 ± 1.6
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	69.3 ± 20.2	85.4 ± 5.7	78.2 ± 7.4
	ความยาวนานของแสงแดด (วัน)	-	0.26 ± 0.2	-
	ทัศนวิสัย (กม.)	-	10.8 ± 0.9	11.0 ±
	ทิศทางและความเร็วลม (เมตร/วินาที)	ทิศใต้ ความเร็ว 1.6-2.1	ทิศตะวันตกและทิศตะวันตกเฉียงใต้ ความเร็ว 1.6-5.1	-
Trans I	ปริมาณฝน (มิลลิเมตร/วัน)	0.41 ± 0.2	3.4 ± 9.4	0.02 ± 0.1
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	26.8 ± 1.4	25.2 ±1.4	26.2 ± 1.5
	ความกดอากาศ (มิลลิเมตรปรอท)	733.9 ± 1.3	758.5 ±1.4	738.8 ± 1.3
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	69.9 ± 5.7	83.8 ± 4.6	78.9 ± 2.7
	ความยาวนานของแสงแดด (วัน)	-	0.5 ± 0.2	-
	ทัศนวิสัย (กม.)	-	9.6 ± 1.3	6.6 ±
	ทิศทางและความเร็วลม (เมตร/วินาที)	ทิศเหนือ ความเร็ว 1.5-2.1	ทิศตะวันตกและทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ความเร็ว 1.5-2.1	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของสถานีตรวจวัดในแต่ละช่วงฤดู (ค่าเฉลี่ยรายวัน ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (ต่อ)

ฤดู	ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา	โรงเรียนยุพราช	สนามบินจังหวัดเชียงใหม่	จังหวัดลำพูน
แล้ง	ปริมาณฝน (มิลลิเมตร/วัน)	0.40 ± 0.0	0.5 ± 2.2	0.1 ± 0.7
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	25.6 ± 3.1	23.9 ±3.2	24.4 ± 3.2
	ความกดอากาศ (มิลลิเมตรปรอท)	733.4 ± 1.8	758.4 ±2.2	738.2 ± 1.8
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	68.6 ± 10.6	69.3 ± 12.0	65.0 ± 11.0
	ความยาวนานของแสงแดด (วัน)	-	0.6 ± 0.2	-
	ทัศนวิสัย (กม.)	-	8.7 ± 1.5	4.0 ±
	ทิศทางและความเร็วลม (เมตร/วินาที)	ทิศเหนือ ความเร็ว 1.5-2.1	ไม่ชัดเจน แปรปรวน	-
Trans 2	ปริมาณฝน (มิลลิเมตร/วัน)	0.38 ± 0.3	6.9 ± 17.4	0.7 ± 1.2
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	28.7 ± 2.7	27.6 ± 2.6	28.1 ± 2.7
	ความกดอากาศ (มิลลิเมตรปรอท)	731.2 ± 1.2	755.5 ± 1.3	735.9 ± 1.1
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	68.1 ± 11.6	74.5 ± 12.3	70.9 ± 12.1
	ความยาวนานของแสงแดด (วัน)	-	0.5 ± 0.3	-
	ทัศนวิสัย (กม.)	-	10.3 ± 1.3	6.5±
	ทิศทางและความเร็วลม (เมตร/วินาที)	ทิศเหนือ และใต้ แปรปรวน ความเร็ว 1.5-5.1	ทิศตะวันตกและทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ความเร็ว 1.5-5.1	-

ก. Wind Rose

จากตารางพบว่าที่สถานีตรวจวัดอากาศสนามบินเชียงใหม่ลมมีแนวโน้มจะพัดมาจากทิศตะวันตกเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่สถานีตรวจวัดอากาศโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยลมมีแนวโน้มจะพัดมาจากทิศเหนือ ความแตกต่างนี้อาจมีสาเหตุมาจากสภาพทางภูมิประเทศของที่ตั้งของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ที่ส่งผลต่อ การพัดพาของลม (Circulation) ในพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข. อุณหภูมิและความกดอากาศเฉลี่ยรายฤดู

อุณหภูมิและความกดอากาศเฉลี่ยรายวัน ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสนามบินเชียงใหม่ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย และจังหวัดลำพูนมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูในรูปแบบที่คล้ายคลึงกันกล่าวคือพบอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในช่วงเปลี่ยนแปลงฤดูแล้งเป็นฤดูฝน และต่ำสุดในฤดูแล้ง ในขณะที่ค่าเฉลี่ยสูงสุดของความกดอากาศจะอยู่ที่ช่วงเปลี่ยนแปลงฤดูฝนเป็นฤดูแล้ง และต่ำสุดในฤดูฝน

ค. ความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณฝนเฉลี่ยรายฤดู

พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณฝนในและความชื้นสัมพัทธ์แต่ละฤดูของแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงคล้ายกัน กล่าวคือ จะมีค่าสูงสุดที่ฤดูฝน และต่ำสุดที่ฤดูแล้งในทุกๆสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยปริมาณฝนรายวัน ในแต่ละฤดูแล้วพบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณฝนรายวันในแต่ละฤดูที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสนามบินเชียงใหม่ จะมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศยุพราชวิทยาลัย และจังหวัดลำพูนตามลำดับ

ง. ความยาวนานของแสงแดดเฉลี่ยรายวันในแต่ละฤดู

ความยาวนานของแสงแดดเฉลี่ยรายวันในฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในขณะที่ฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคาดว่าเกิดจากสภาพเมฆปกคลุมท้องฟ้าตามสภาพภูมิอากาศ

จ. ทัศนวิสัยเฉลี่ยรายวันในแต่ละฤดู

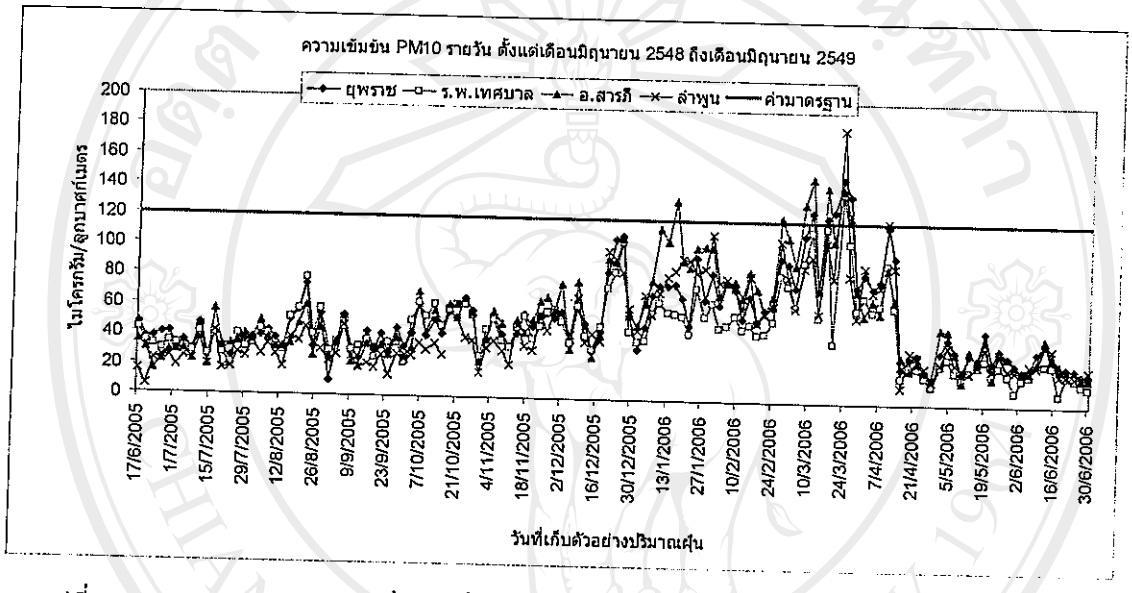
ทัศนวิสัยเฉลี่ยบริเวณสถานีตรวจวัดสนามบินเชียงใหม่และจังหวัดลำพูนมีค่าสูงสุดในฤดูฝนและมีค่าต่ำสุดในฤดูแล้ง ทั้งนี้ ค่าเฉลี่ยทัศนวิสัยรายวันที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสนามบินเชียงใหม่มีค่าสูงกว่าที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจังหวัดลำพูนในทุกฤดู

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 ความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมง

3.2.1 การเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} ที่ทำการเก็บตัวอย่างโดยเครื่อง High Volume Air Sampler ในแต่ละสถานีเก็บอากาศตัวอย่าง

ความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของ PM_{10} ณ สถานีเก็บอากาศทั้ง 4 แห่ง มีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาดังแสดงในรูป 3.8



รูปที่ 3.8 ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงPM_{10} รายวัน ของสถานีเก็บอากาศทั้ง 4 แห่ง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2548 ถึงเดือนมิถุนายน 2549

จากรูปที่ 3.8 พบว่าระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} ของสถานีเก็บอากาศทั้ง 4 สถานีมีค่าอยู่ระหว่าง 5 ถึง 182 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตรซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าระหว่างวันที่ 27 เดือนกุมภาพันธ์ ถึงวันที่ 29 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ฤดูแล้ง) ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} รายวันของทั้งสี่สถานีเก็บอากาศโดยเฉพาะบริเวณสถานีเก็บอากาศตัวอย่างที่ว่าการอำเภอสารภีและสถานีเก็บอากาศตัวอย่างโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยมีค่าเกินค่ามาตรฐานความเข้มข้นของ PM_{10}ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในบรรยากาศทั่วไป (ค่ามาตรฐานระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของประเทศไทย ไม่เกิน 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

จำนวนวันที่ความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมงที่เกินค่ามาตรฐานได้สรุปไว้ในตารางที่ 3.2 จะเห็นได้ว่าทุกสถานีเก็บอากาศมีระดับ PM_{10} รายวันเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ (120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)ในฤดูแล้ง โดยเฉพาะที่อำเภอสารภีและโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยนั้นมีจำนวนวันที่ความเข้มข้น PM_{10} เกินค่ามาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 5.6 และ 4.0 ของจำนวนวันที่ทำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเก็บตัวอย่างทั้งหมด ถือว่าเป็นบริเวณที่ประสบปัญหาคุณภาพอากาศรุนแรงกว่าสถานีเก็บอากาศโรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่และชุมชนไก่แก้วจังหวัด ลำพูน จากค่าเฉลี่ยความเข้มข้น PM_{10} รายวันตลอดระยะเวลาสำรวจสามารถเรียงลำดับบริเวณที่มีความเข้มข้น PM_{10} รายวันจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ อำเภอสารภี > โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย > ชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูน > โรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่

ตารางที่ 3.2 สรุปผลการตรวจวัดความเข้มข้น PM_{10} ของสถานีเก็บอากาศตัวอย่าง

สถานีเก็บอากาศตัวอย่าง	จำนวนวันที่ตรวจวัด PM_{10}	จำนวนวันที่เกินค่ามาตรฐาน PM_{10} ในบรรยากาศ		ร้อยละที่เกินค่ามาตรฐาน	ค่าเฉลี่ยระดับ PM_{10} รายวันตลอดโครงการ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
		ฤดูแล้ง	ฤดูอื่นๆ		
รร. ยุพราชวิทยาลัย	125	5	0	4.0	52.9 ± 27.3
รพ.เทศบาลนครเชียงใหม่	126	1	0	0.8	45.3 ± 23.1
อำเภอ สารภี	126	7	0	5.6	54.5 ± 31.5
ชุมชนไก่แก้วจังหวัด ลำพูน	126	1	0	0.8	46.5 ± 29.2

ความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมงรายเดือนและรายฤดูของสถานีเก็บอากาศทั้ง 4 แสดงไว้ในตารางที่ 3.3 ตารางที่ 3.4 และรูปที่ 3.9 จากตารางที่ 3.3 เห็นได้ว่าความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมงมีค่าน้อยที่สุดในฤดูฝนและจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นในช่วงเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูแล้งจนมีค่าสูงสุดในฤดูแล้งและจะค่อย ๆ ลดลงอีกทีในช่วงเปลี่ยนจากฤดูแล้งเป็นฤดูฝนผลเช่นนี้นับว่าเป็นไปตามความคาดหมายเนื่องจากในฤดูฝนนั้นฝนได้ทำหน้าที่ชะล้างฝุ่นที่กระจายในอากาศลงสู่พื้น ทำให้ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} ในฤดูฝนมีค่าต่ำสุด เมื่อย่างเข้าฤดูแล้งระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆเนื่องจากไม่มีการชะล้างโดยฝนและมีค่าสูงสุดในฤดูหนาว นอกจากนี้คาดว่าในฤดูหนาวมีการเกิด inversion layer ทั้งชนิด Radiative inversion และ Regional subsidence inversion ได้นานกว่าฤดูอื่นเนื่องจากฤดูแล้งพื้นดินมีเวลารับแสงอาทิตย์ได้นานประกอบกับพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่มีภูเขาล้อมรอบ ดังนั้นระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} ในฤดูแล้งจึงแพร่กระจายสู่บรรยากาศชั้นบนได้ไม่มากเท่าฤดูอื่น ๆ นอกจากนี้จากผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยใช้วิธี Univariate กล่าวได้ว่าความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมงของแต่ละสถานีเก็บอากาศตลอดระยะเวลาดำเนินการของโครงการนั้นไม่แตกต่างกัน ($F = 9.245$, $P<0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.3 ระดับความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมงเป็นรายเดือนของสถานีเก็บอากาศทั้ง 4 แห่ง

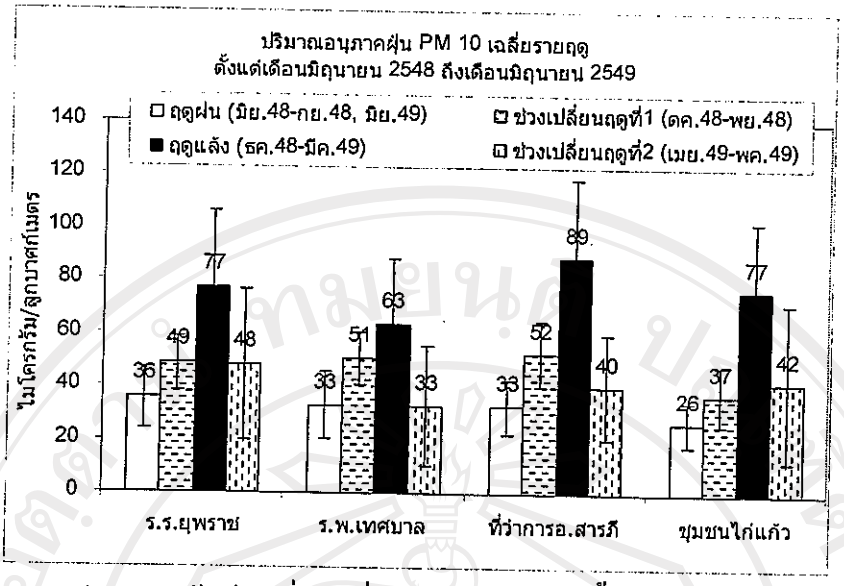
เดือน	ร.ร.ยุพราช			ร.พ.เทศบาล			อ.สารภี			ชุมชนไก่แก้ว จ.ลำพูน		
	mean ±SD	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	mean ±SD	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	mean ±SD	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	mean ±SD	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
มิ.ย 48	40.48 ± 3.79(5)	46.61	37.01	34.83 ± 4.71(5)	42.44	29.9	26.57 ± 7.24(5)	35.12	16.42	18.68 ± 8.27(5)	24.97	5.66
ก.ค 48	33.93 ± 7.07(10)	46.65	25.65	31.76 ± 6.72(10)	40.95	20.88	34.50 ± 11.06(10)	56.41	19.42	25.40 ±8.09(10)	41.53	17.59
ส.ค 48	42.13 ± 16.53(11)	73.59	9.81	44.75 ± 15.07 (11)	77.67	29.68	38.92 ± 10.37(11)	59.5	25.99	31.87 ± 7.59(11)	45.45	18.86
ก.ย 48	36.45 ± 8.84(10)	53.38	24.47	33.10 ± 6.27(10)	44.97	21.84	32.31 ± 9.68(10)	53.61	19.41	25.28 ±8.74(10)	46.38	13.58
ต.ค 48	49.16 ± 12.45(10)	65.37	23.7	53.80 ± 10.90(10)	62.48	26.91	51.45 ± 15.29(10)	69.66	23.6	33.60 ± 10.07(9)	52.63	16.1
พ.ย 48	48.13 ± 8.09(10)	56.17	34.42	47.26 ± 8.50(10)	58.7	33.87	53.46 ± 9.28(9)	66.93	38.86	39.84 ± 11.72(10)	58.25	22.19
ธ.ค 48	63.85 ± 27.09(10)	108.74	31.9	57.91 ± 23.12(10)	104.88	32.44	65.49 ± 27.84(10)	107.73	27.66	62.24 ±23.05(10)	98.5	37.74
ม.ค 49	66.70 ± 17.66(11)	94.93	33.41	55.60 ± 11.10(11)	74.88	38.79	93.70 ± 23.37(11)	132.97	48.88	79.40 ± 16.88(11)	101.7	45.7
ก.พ 49	68.30±13.21(9)	95.06	53.29	53.19±11.87(9)	83.32	44.65	78.94±17.90(9)	122.15	59.37	73.57±16.56(9)	106.55	52.36
มี.ค 49	109.29±27.47(10)	149.01	74.99	86.51±31.85(10)	139.69	39.54	114.67±27.88(10)	149.4	74.29	90.26±36.15(10)	182.09	56.5
เม.ย 49	68.06±34.56(8)	117.51	24.14	44.62±28.19(10)	91.39	12.59	46.72±25.09(10)	89.61	18.35	56.90±37.75(10)	120.14	11.77
พ.ค 49	33.57±7.46(11)	48.24	21.47	22.24±6.23(11)	30.38	8.68	33.66±11.17(11)	50.1	15.65	27.92±6.01(11)	28.88	21.42
มิ.ย 49	26.84±6.53(10)	41.08	20.67	17.80±6.34(9)	26.72	7.05	26.64±7.48(10)	44.12	18.62	25.78±7.17(10)	39.7	19.72
Mean (รายปี)	52.93±27.26(125)	149.01	9.81	45.32±23.08(126)	139.69	7.05	54.54±31.48(126)	149.4	15.65	46.47±29.24(126)	182.09	5.66

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.4 ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของ PM_{10} รายฤดู

สถานีเก็บตัวอย่างอากาศ	โรงเรียนยุพราช			โรงพยาบาลเทศบาล			หน้าที่ว่าการอ.สารภี			ชุมชนไก่แก้วจ.ลำพูน		
	Mean±SD	min	max	Mean±SD	min	max	Mean±SD	min	max	Mean±SD	min	max
ฤดูฝน	35.61±11.27	9.81	73.59	32.78±12.68	7.05	77.67	32.51±10.27	16.42	59.50	26.27±8.49	5.66	46.38
ช่วงเปลี่ยนฤดูฝนเป็นฤดูแล้ง	48.65±10.23	23.69	65.37	50.53±10.09	26.91	62.48	52.40±12.50	23.60	69.66	36.88±11.14	16.10	58.25
ฤดูแล้ง	77.28±28.50	31.90	149.01	63.35±24.58	32.44	139.69	88.58±30.07	27.66	149.40	76.74±25.93	37.74	182.09
ช่วงเปลี่ยนฤดูแล้งเป็นฤดูฝน	48.09±28.31	21.47	117.51	32.90±22.54	6.68	91.39	39.88±19.75	15.65	89.61	41.72±29.65	11.77	120.14
ค่าเฉลี่ยรายปี	52.93±27.26	9.81	149.01	45.32±23.08	6.68	139.69	54.54±31.48	15.65	149.40	46.47±29.24	11.77	182.09

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3.9 ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} รายฤดู ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2548 ถึงเดือนมิถุนายน 2549

เมื่อนำระดับความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ยรายวัน ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างอากาศมาหาค่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยวิธี Pearson Correlation ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่า ความเข้มข้น PM_{10} ของทั้ง 3 สถานีเก็บตัวอย่างอากาศจังหวัดเชียงใหม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในระดับสูง (r =0.819-0.909, $p<0.01$) ส่วนสถานีเก็บตัวอย่างอากาศชุมชนไก่แก้ว จังหวัดลำพูนนั้นพบว่าในฤดูฝนและช่วงเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูแล้งความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ยรายวันมีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง 0.01 (r =0.528-0.624, $p<0.01$) กับสถานีเก็บอากาศตัวอย่างโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยและสถานีเก็บอากาศตัวอย่างโรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่และมีความสัมพันธ์ระดับสูง (r =0.702-0.871, $p<0.01$) กับสถานีเก็บอากาศตัวอย่างที่ว่าการอำเภอสารภี ส่วนในฤดูแล้งและช่วงเปลี่ยนจากฤดูแล้งเป็นฤดูฝนนั้นถือได้ว่าความเข้มข้น PM_{10}ในสถานีเก็บอากาศตัวอย่างชุมชนไก่แก้ว จ.ลำพูนมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง (r =0.900-0.988, $p<0.01$) กับสถานีเก็บอากาศตัวอย่างทั้ง 3 จุดของจังหวัดเชียงใหม่

ผลข้างต้นชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ยรายวันในจังหวัดเชียงใหม่ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยเดียวกัน (แหล่งกำเนิด ลักษณะทางภูมิศาสตร์ ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ฯลฯ) ตลอดทั้งปี และปัจจัยดังกล่าวนี้ยังมีผลต่อระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} ในจังหวัดลำพูนตั้งแต่เริ่มฤดูแล้งไปจนสิ้นสุดช่วงเปลี่ยนฤดูจากแล้งเป็นฝนอีกด้วย แสดงว่าการควบคุมคุณภาพอากาศของจังหวัดเชียงใหม่นั้นจำเป็นต้องทำทั้งจังหวัดไม่ควรมุ่งทำเพียงจุดใดจุดหนึ่งและควรขยายขอบเขตการพิจารณาไปยังจังหวัดข้างเคียงเช่นลำพูนด้วย กล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าการควบคุม

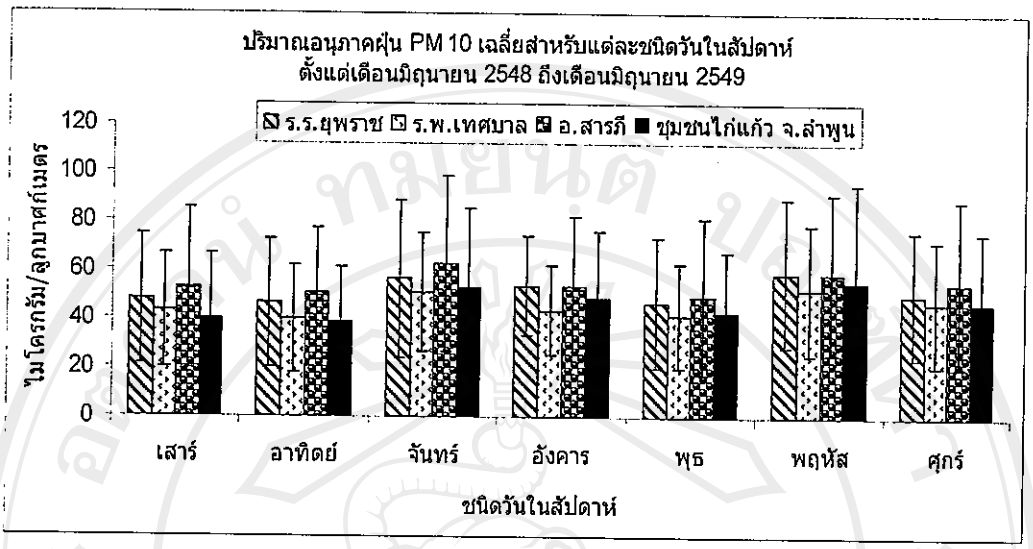
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คุณภาพอากาศของจังหวัดลำพูนให้ได้ผลนั้น จำเป็นต้องขยายขอบเขตการพิจารณาไปยังจังหวัดข้างเคียงเช่นเชียงใหม่ด้วย

จากการทดสอบความแตกต่างของระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงเฉลี่ย PM_{10} ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สำหรับแต่ละสถานีตรวจวัดโดยวิธี paired samples t-test สรุปได้ว่าในฤดูฝนระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} ของสถานีเก็บอากาศตัวอย่างโรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่มีค่าปานกลางและไม่ต่างจากสถานีเก็บอากาศตัวอย่างที่ว่าการอำเภอสารภี (t =-8.877, -0.488, $p<0.05$) ในขณะที่ความเข้มข้น PM_{10} ของสถานีเก็บอากาศตัวอย่างโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยและสถานีเก็บอากาศตัวอย่างชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูนมีความแตกต่างกัน ส่วนในฤดูแล้งพบว่าความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมงของสถานีเก็บอากาศตัวอย่างโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยไม่ต่างจากสถานีเก็บอากาศตัวอย่างชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูน (t =0.175, $p<0.05$) ในขณะที่ความเข้มข้น PM_{10} ของสถานีเก็บอากาศตัวอย่างที่ว่าการอำเภอสารภีมีค่าเฉลี่ยสูงสุดและสถานีเก็บอากาศตัวอย่างโรงพยาบาลเทศบาลมีค่าต่ำสุด สำหรับช่วงเปลี่ยนฤดูจากฝนเป็นแล้งนั้นกล่าวได้ว่าความเข้มข้น PM_{10} ของ 3 สถานีเก็บอากาศตัวอย่างในจังหวัดเชียงใหม่มีค่าไม่แตกต่างกัน (t =-0.488, -1.400, -2.108 ;$p<0.05$) แต่ก็กล่าวได้ว่ามีค่าสูงกว่าค่าที่วัดได้บริเวณสถานีเก็บตัวอย่างอากาศชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูน (t =5.293-6.651, $p<0.05$) ในส่วนของช่วงเปลี่ยนฤดูจากแล้งเป็นฝนนั้นกลับพบว่าความเข้มข้นเฉลี่ย PM_{10} 24 ชั่วโมง ของสถานีเก็บอากาศตัวอย่างชุมชนไก่แก้วไม่ต่างจากสถานีเก็บอากาศตัวอย่างที่ว่าการอำเภอสารภี (t =-0.575, $p<0.05$) และสถานีเก็บอากาศตัวอย่างโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยไม่ต่างจากสถานีเก็บอากาศตัวอย่างที่ว่าการอำเภอสารภี (t =2.203, $p<0.01$) ในขณะที่ผลการเปรียบเทียบคู่อื่น ๆ แตกต่างกัน (t =-4.779-8.003, $p<0.05$) ผลข้างต้นชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมงรายฤดูของสถานีเก็บอากาศตัวอย่างโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยและของสถานีเก็บอากาศตัวอย่างที่ว่าการอำเภอสารภีมีโอกาสจะมีค่าสูงกว่าสถานีเก็บอากาศตัวอย่างอื่นๆจึงเป็นพื้นที่ที่ควรระมัดระวังเรื่องปริมาณฝุ่นในอากาศเป็นพิเศษ เป็นที่น่าสังเกตว่าสถานีเก็บอากาศตัวอย่างชุมชนไก่แก้วมีแนวโน้มจะมีระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} เฉลี่ยรายฤดูต่ำกว่าอีก 3 สถานีที่เหลือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ก. <u>ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย PM_{10} รายสัปดาห์</u>



<u>รูปที่ 3.10</u> ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงPM_{10} เฉลี่ยสำหรับแต่ละชนิดวันในสัปดาห์ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2548 ถึงเดือนมิถุนายน 2549

เมื่อเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงเฉลี่ย PM_{10} ในวันเสาร์ วันอาทิตย์ และในวันทำงานราชการ (จันทร์-ศุกร์) ในแต่ละสถานีเก็บอากาศตัวอย่างพบว่าเป็นดังแสดงในรูปที่ 3.10 อย่างไรก็ตามจากผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี paired samples t-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สรุปได้ว่าความแตกต่างของระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} ในแต่ละวันของสัปดาห์ ณ. สถานีเก็บอากาศตัวอย่างโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยพบว่าส่วนใหญ่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (t =-1.968,-0.69, $p<0.05$) ยกเว้นกรณีวันอาทิตย์กับวันพฤหัสที่พบว่าได้ว่าความเข้มข้น PM_{10} ในวันอาทิตย์มีค่าต่ำกว่าวันพฤหัส (t =-2.652, $p<0.05$) และกรณีวันพฤหัสบดีมีค่าสูงกว่าวันศุกร์ (t = 2.233, $P<0.05$)

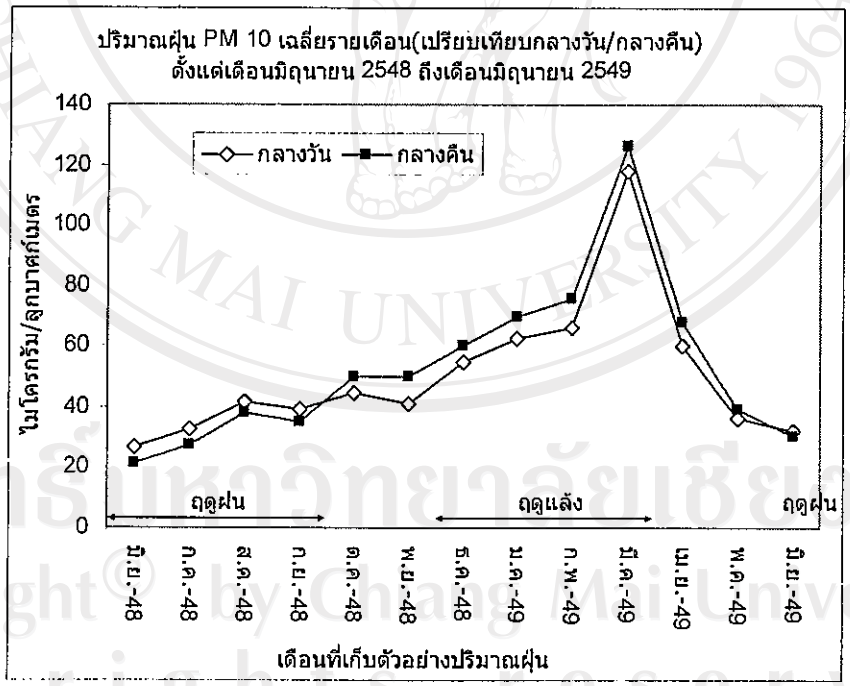
สำหรับสถานีเก็บอากาศตัวอย่างโรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่พบว่าระดับความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมงในวันเสาร์ต่ำกว่าวันพฤหัส (t =-3.331, $p<0.05$) วันอังคารต่ำกว่าวันพฤหัส (t =-2.804, $p<0.05$) และวันพุธต่ำกว่าวันพฤหัส (t =-2.804, $p<0.05$) นอกนั้นพบว่าค่าของระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} ในวันอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน (t =-1.660- -0.741, $p<0.05$) ส่วนที่สถานีเก็บอากาศตัวอย่างที่ว่าการอำเภอสารภีพบว่าความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมงในแต่ละวันของสัปดาห์นั้นส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกัน (t =-2.038-0.112, $p<0.05$) ยกเว้นกรณีวันจันทร์กับวันพุธที่ระบุได้ว่าระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} ในวันจันทร์จะสูงกว่าวันพุธ (t =2.262, $p<0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในส่วนของสถานีเก็บอากาศตัวอย่างชุมชนไก่แก้วพบว่าความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมงในวันจันทร์สูงกว่าวันเสาร์ ($t = -2.046$, $p<0.05$) วันพฤหัสสูงกว่าวันเสาร์ ($t = -2.565$, $p<0.05$) และวันพฤหัสจะสูงกว่าวันอาทิตย์ ($t = -2.452$, $p<0.05$) ในวันอื่นๆนอกจากนี้พบว่าระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($t = -0.137$-2.010, $p<0.05$) ผลดังกล่าวแสดงถึงแนวโน้มที่วันทำงานราชการโดยเฉพาะวันจันทร์และวันพฤหัสจะมีระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} สูงกว่าวันหยุดสุดสัปดาห์ (เสาร์และอาทิตย์)

ข. <u>ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย PM_{10} 24 ชั่วโมงของช่วงกลางวัน/กลางคืน</u>

เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปริมาณฝุ่นในอากาศของจังหวัดเชียงใหม่ คณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลรายชั่วโมงของสถานีเก็บอากาศตัวอย่างโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยที่ซึ่งควบคุมโดยกรมควบคุมมลพิษมาพิจารณาความแตกต่างระหว่างระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} ในเวลากลางวัน (06.00-18.00 น.) และช่วงเวลากลางคืน (18.00-06.00 น.)ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05ผลปรากฏดังแสดงในรูปที่ 3.11



<u>รูปที่ 3.11</u> ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} ในเวลากลางวัน (06.00.-18.00) และเวลากลางคืน (18.00-06.00)

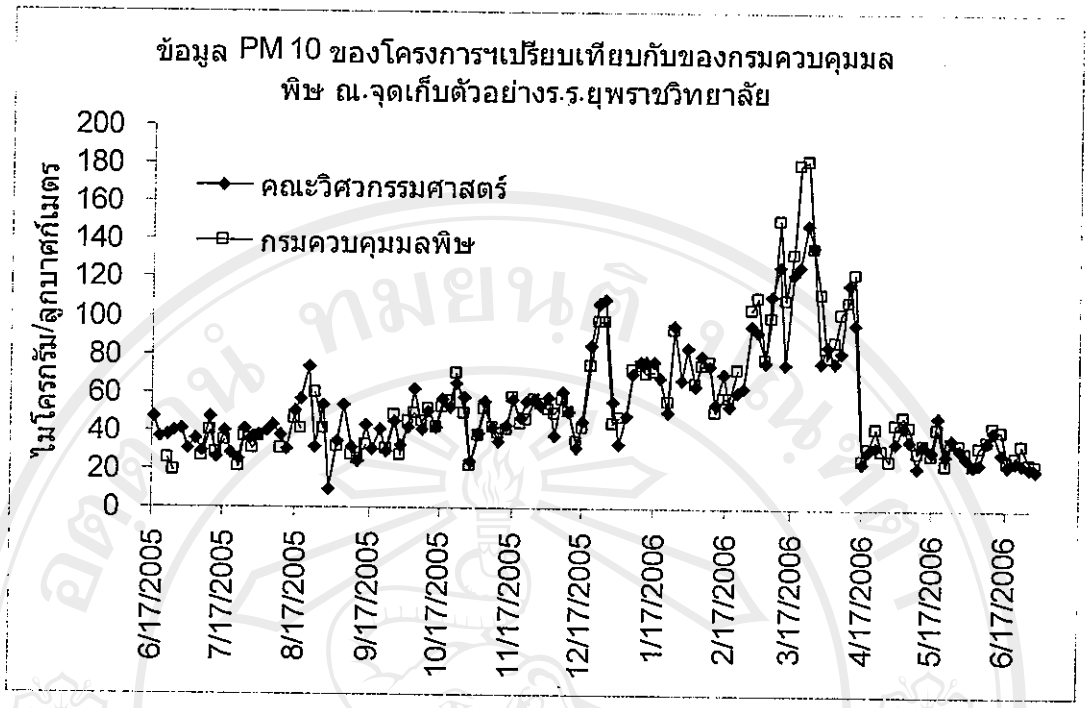
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในฤดูฝน (มิถุนายน 2548 ถึง กันยายน 2548) ค่าเฉลี่ยรายเดือนของความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในช่วงเวลากลางวันสูงกว่าในช่วงเวลากลางคืนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t=3.323$, $p<0.05$) แต่เมื่อย่างเข้าช่วงเปลี่ยนฤดูจากฤดูฝนไปฤดูแล้งพบว่าระดับความเข้มข้นเฉลี่ยรายเดือนของ PM_{10} ในช่วงเวลากลางคืนสูงกว่าช่วงเวลากลางวัน ($t=-4.326$, $p<0.01$) จนกระทั่งเข้าสู่ฤดูฝนของปีถัดไป (มิถุนายน 2549) ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของความเข้มข้นเฉลี่ย PM_{10} ในช่วงเวลากลางวันจึงจะกลับมาสูงกว่าช่วงเวลากลางคืน ที่เป็นเช่นนี้สันนิษฐานว่า ช่วงกลางวันมีอุณหภูมิอากาศสูงและมีกิจกรรมต่าง ๆ (เป็นทั้งแหล่งกำเนิดมลพิษและความร้อน) บนพื้นดินมาก ในกรณีที่ไม่มีฝนตกในตอนกลางวัน (ฤดูแล้งและช่วงเปลี่ยนฤดู) ดังนั้นความร้อนของอากาศบริเวณพื้นดินจึงสามารถแพร่กระจายสู่อากาศชั้นบนโดยไม่ทำให้เกิด inversion layer แต่เมื่อเข้าสู่เวลากลางคืนกิจกรรมต่างๆบนพื้นดินเริ่มลดน้อยลงประกอบกับอุณหภูมิอากาศลดต่ำลงกว่าช่วงเวลากลางวันมาก อากาศบริเวณใกล้ผิวดินจึงมีโอกาสที่จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศชั้นบนซึ่งยังคงอุณหภูมิสูงต่อเนื่องจากช่วงเวลากลางวันเนื่องจากยังมีความร้อนที่แพร่กระจายขึ้นมาในช่วงเวลากลางวันหลงเหลืออยู่ก่อให้เกิด inversion layer ในเวลากลางคืนได้ง่าย และ inversion layer นี่เองที่ปิดกั้นการแพร่กระจายของระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} สู่อากาศชั้นบนทำให้ ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} ในช่วงเวลากลางคืนมีค่าสูงกว่าช่วงเวลากลางวันในฤดูแล้งและช่วงเปลี่ยนฤดูในทางกลับกันกรณีฤดูฝน อุณหภูมิของอากาศช่วงเวลากลางวันกับช่วงเวลากลางคืนจะต่างกันไม่มากนัก ส่งผลให้เกิด inversion layer ได้ยาก ดังนั้นในฤดูฝน ช่วงเวลากลางวันซึ่งแหล่งกำเนิดมลพิษที่มาจากกิจกรรมต่าง ๆ มีจำนวนสูงกว่าเวลากลางคืนจึงทำให้ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} สูงกว่าที่วัดได้ในเวลากลางคืน

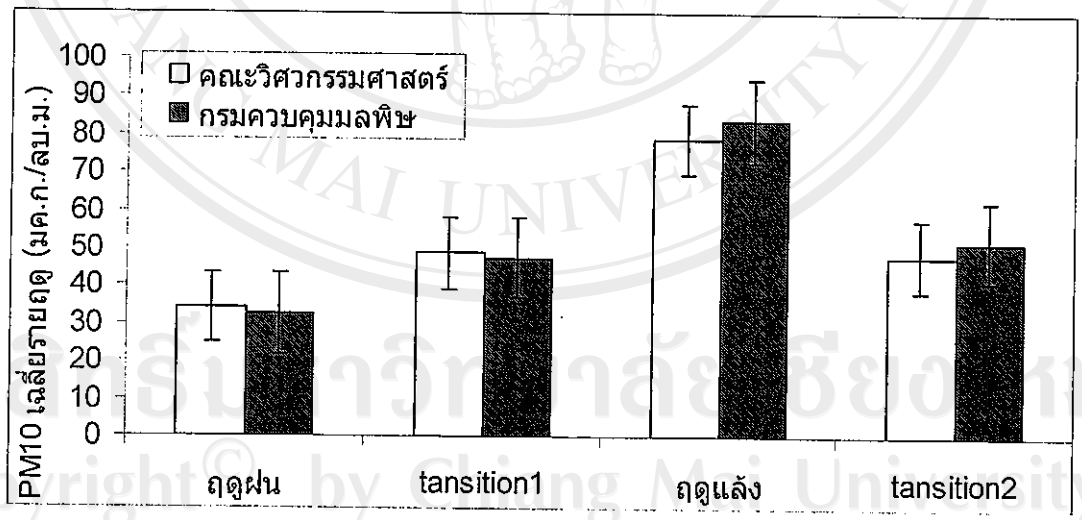
3.2.2 การเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} ที่ได้จากการเก็บอากาศโดย High Volume Air Sampler กับระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} ที่ได้จากการเก็บอากาศโดย Automatic Air Sampler

ความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ณ. สถานีเก็บอากาศตัวอย่างโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยที่วัดโดยโครงการนี้ซึ่งทำการเก็บอากาศโดยเครื่องเก็บอากาศ High Volume Air Sampler และที่วัดได้โดยกรมควบคุมมลพิษแสดงในไว้รูปที่ 3.12 และรูปที่ 3.13 (รายละเอียดข้อมูลดิบแสดงไว้ในภาคผนวก ฎ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3.12 ข้อมูลดิบความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ยรายวันของโครงการเปรียบเทียบกับของกรมควบคุมมลพิษ ณ สถานีเก็บอากาศตัวอย่างโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย



รูปที่ 3.13 ความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ยรายฤดูของโครงการเปรียบเทียบกับของกรมควบคุมมลพิษ ณ สถานีเก็บอากาศตัวอย่างโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไม่ว่าจะพิจารณาข้อมูลโดยรวมของทั้ง 106 วันในระยะเก็บตัวอย่างของโครงการในรูปที่ 3.12 (บางวันไม่มีผลการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษจึงไม่ได้นำข้อมูลทั้งหมดของโครงการมาเปรียบเทียบ) หรือพิจารณาข้อมูลแยกฤดูในรูปที่ 3.13 จากการวิเคราะห์ paired t-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ก็พบว่าความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย รายวันของทั้งสองหน่วยงานมีค่าไม่ต่างกัน (t =-1.828-1.082, p>0.05) ผลนี้แสดงให้เห็นแนวโน้มว่าความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย รายวันบริเวณจุดต่าง ๆ ในโรงเรียนยุพราชมีค่าไม่แตกต่างกันถึงแม้วิธีที่ใช้ในการตรวจวัดจะต่างกันและที่ตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศจะห่างกันไม่ต่ำกว่า 100 เมตร

นอกจากนี้ยังพบว่า ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง PM_{10} ของเครื่องเก็บอากาศทั้ง 2 ชนิด มีความสัมพันธ์ในระดับสูง (r^2=0.892) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังสมการ

$$[PM_{10}]_{HV} = 0.810\ [PM_{10}]_{BR} + 9.040 \qquad \text{.....(3.2-1)}$$

$[PM_{10}]_{HV}$: ความเข้มข้น PM_{10}วัดได้ในโครงการนี้ โดย High Volume Air Sampler

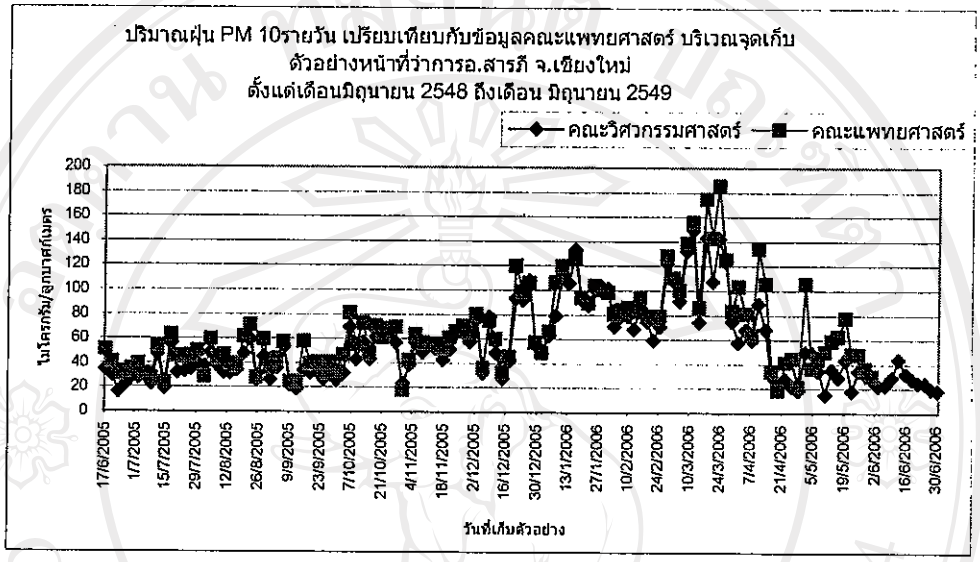
$[PM_{10}]_{BR}$: ความเข้มข้น PM_{10}วัดโดยกรมควบคุมมลพิษ โดย Automatic Air Sampler

3.2.3 การเปรียบเทียบความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย รายวันโดยอุปกรณ์ High Volume Air Sampler กับ Low Volume Air Sampler ของคณะวิจัยโครงการทำลายดีเอนเอของเซลล์ถุงลมปอด

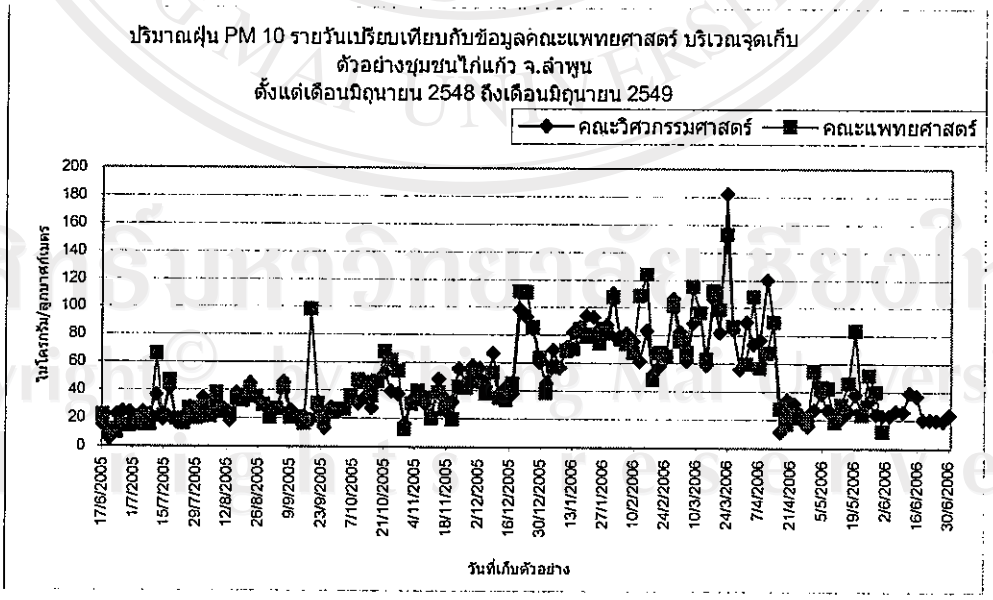
คณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย รายวันของโครงการนี้ซึ่งใช้เครื่อง Highเก็บอากาศ Volume Air Sampler มาเปรียบเทียบกับข้อมูลความเข้มข้น PM_{10}เฉลี่ย รายวันของโครงการทำลายดีเอนเอของเซลล์ถุงลมปอดซึ่งเก็บอากาศโดยเครื่อง Low Volume Air Sampler (Mini Vol) ณ บริเวณสถานีเก็บอากาศหน้าที่ว่าการอำเภอสารภีดังแสดงในรูปที่ 3.14 และบริเวณสถานีเก็บอากาศบริเวณชุมชนไก่แก้ว จังหวัดลำพูนดังแสดงในรูปที่ 3.15 (รายละเอียดข้อมูลดิบแสดงไว้ในภาคผนวก ฎ) เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้ paired t-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าสำหรับบริเวณสถานีเก็บอากาศตัวอย่างที่ว่าการอำเภอสารภี ความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ยที่วัดได้โดยสองหน่วยงานแตกต่างกันอย่างชัดเจน (t=-9.194, p<0.05) ในขณะที่บริเวณชุมชนไก่แก้ว ความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ยที่วัดได้โดยสองหน่วยงานไม่แตกต่างกัน (t=0.017, p>0.05) ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นความหลากหลายของคุณภาพอากาศในจุดต่างๆบริเวณโรงพยาบาลเทศบาล ตลาดวโรรส อันที่จริงความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย รายวันของการตรวจวัดจากสองหน่วยงานนั้นจะมีค่าใกล้เคียงกันหรือต่างกันก็เป็นไปได้ทั้งสิ้น เนื่องจากชนิดของอุปกรณ์ที่ใช้เก็บตัวอย่างต่างกันและไม่สามารถวางเครื่องมือไว้ในตำแหน่งเดียวกันได้ กล่าวคือโครงการที่ดำเนินการวิจัยโดยคณะวิศวกรรมศาสตร์ใช้เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นแบบ High Volume Air Sampler ในขณะที่โครงการที่ดำเนินการวิจัยโดยคณะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แพทยศาสตร์ใช้เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นแบบ Low Volume Air Sampler (Mini Vol) และได้วางเครื่องมือไว้ห่างกันพอสมควร (เกิน 100 เมตร) ดังนั้นในบางสภาพการเคลื่อนไหวของอากาศและจำนวนแหล่งกำเนิดในจุดวางเครื่องเก็บตัวอย่างอาจทำให้ความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย รายวันจากการตรวจวัดของสองหน่วยงานมีค่าใกล้เคียงกันหรือต่างกันก็ได้



รูปที่ 3.14 ความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย รายวันของโครงการนี้เปรียบเทียบกับของโครงการวิจัยคณะแพทยศาสตร์ บริเวณหน้าที่ว่าการ อ.สารภี จ.เชียงใหม่



รูปที่ 3.15 ความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย รายวันของโครงการนี้เปรียบเทียบกับของโครงการวิจัยคณะแพทยศาสตร์ บริเวณชุมชนไก่แก้ว จ.ลำพูน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ยรายวันของโครงการนี้กับโครงการคณะแพทยศาสตร์ พบว่าสามารถแสดงความสัมพันธ์ดังกล่าวได้ด้วยสมการถดถอยดังต่อไปนี้

สถานีเก็บอากาศอำเภอสารภี

$$[PM_{10}]_{HV} = 0.873\,[PM_{10}]_{LV} - 1.675 \qquad \text{.....(3.2-2)} \quad \text{โดย} \quad r^2=0.884$$

สถานีเก็บอากาศชุมชนไก่แก้ว จังหวัดลำพูน

$$[PM_{10}]_{HV} = 0.847\,[PM_{10}]_{LV} + 6.223 \qquad \text{.....(3.2-3)} \quad \text{โดย} \quad r^2=0.749$$

นอกจากนี้พบว่าความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ยรายวัน$\pm$ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของพื้นที่เก็บอากาศที่ได้รับผลกระทบจากแหล่งกำเนิดน้อย (background) ซึ่งวัดโดยโครงการคณะแพทย์ฯที่สถานีเก็บอากาศ อ.แม่ริม (รายละเอียดข้อมูลดิบแสดงไว้ในภาคผนวก ฎ) มีค่าเท่ากับ 31.93$\pm$1.95 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในกรณีที่ไม่ได้ปรับค่าและมีค่าเท่ากับ 30.98$\pm$1.68 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในกรณีที่มีการปรับแก้ค่าโดยอาศัยสมการถดถอยที่ 3.2-2 เมื่อทำเปรียบเทียบค่าดังกล่าวกับค่าความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ยรายวันของสถานีเก็บอากาศทั้ง 4 แห่งของโครงการนี้โดยวิธี paired t-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แล้วพบว่าเป็นไปตามความคาดหมายกล่าวคือมีค่าต่ำกว่าค่าความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ยรายวันของสถานีเก็บอากาศทั้ง 4 แห่งของโครงการนี้อย่างชัดเจน ($t = 15.06\text{-}26.64$, $p<0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางอุตุนิยมวิทยากับความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมง

เมื่อนำความเข้มข้น PM_{10} รายวัน ในแต่ละสถานีเก็บอากาศตัวอย่างมาหาความสัมพันธ์กันโดยวิธี Pearson Correlation ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่า สถานีเก็บอากาศตัวอย่างทั้ง 3 สถานีของจังหวัดเชียงใหม่มีความสัมพันธ์กันทุกฤดู (r =0.819-0.909, $p<0.01$) สำหรับสถานีเก็บอากาศจังหวัดลำพูนนั้นพบว่าในฤดูฝนและช่วงเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูแล้งความเข้มข้น PM_{10} รายวันมีความสัมพันธ์กับสถานีเก็บอากาศตัวอย่างโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยและโรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่ในระดับปานกลาง (r =0.528-0.624, $p<0.01$) และมีความสัมพันธ์ระดับค่อนข้างสูง (r=0.702-0.871, $p<0.01$)กับสถานีเก็บอากาศตัวอย่างที่ว่าการอำเภอสารภี ส่วนในฤดูแล้งและช่วงเปลี่ยนจากฤดูแล้งเป็นฤดูฝนนั้นถือได้ว่าความเข้มข้น PM_{10} รายวันของสถานีเก็บอากาศจังหวัดลำพูนมีความสัมพันธ์ในระดับสูง (r =0.900-0.988, $p<0.01$) กับสถานีเก็บอากาศตัวอย่างทั้ง 3 จุดของจังหวัดเชียงใหม่ ผลข้างต้นชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้น PM_{10} รายวันภายในจังหวัดเชียงใหม่ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยเดียวกัน (แหล่งกำเนิด ลักษณะทางภูมิศาสตร์ ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ฯลฯ) ตลอดทั้งปี และปัจจัยดังกล่าวนี้ยังมีอิทธิพลต่อความเข้มข้น PM_{10} รายวันของจังหวัดลำพูนตั้งแต่เริ่มฤดูแล้งไปจนสิ้นสุดช่วงเปลี่ยนฤดูจากแล้งเป็นฝนอีกด้วย แสดงว่าการควบคุมคุณภาพอากาศของจังหวัดเชียงใหม่นั้นจำเป็นต้องทำทั้งจังหวัดไม่ควรมุ่งทำเพียงจุดใดจุดหนึ่งและควรขยายขอบเขตการพิจารณาไปยังจังหวัดข้างเคียงเช่นลำพูนด้วย กล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าการควบคุมคุณภาพอากาศของจังหวัดลำพูนให้ได้ผลนั้นก็จำเป็นต้องขยายขอบเขตการพิจารณาไปยังจังหวัดข้างเคียงเช่นเชียงใหม่ด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 3.5 แสดงผลการนำข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยามาหาความสัมพันธ์กับความเข้มข้น PM_{10} รายวัน โดยวิธี Pearson Correlation ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จากตารางเห็นได้ว่าทัศนวิสัยและความชื้นสัมพัทธ์แปรผกผันกับความเข้มข้น PM_{10} รายวันโดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (r = -0.6 ถึง -0.7) ส่วนข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาชนิดอื่นนั้นถือว่ามีระดับความสัมพันธ์กับความเข้มข้น PM_{10} น้อยมาก (r = -0.1 ถึง -0.4) ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นความเป็นไปได้ของการใช้ทัศนวิสัยและความชื้นสัมพัทธ์ในการเฝ้าระวังความเข้มข้น PM_{10}ภายในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.5 ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ระหว่างค่าอุตุนิยมวิทยากับระดับความเข้มข้น PM_{10} ณ สถานีเก็บตัวอย่างอากาศทั้ง 4 สถานี

สถานีเก็บตัวอย่างอากาศ	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	ความชื้นสัมพัทธ์กับ PM_{10}	ทัศนวิสัยกับ PM_{10}	ฝนกับ PM_{10}	แสงแดดกับ PM_{10}
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	กรมควบคุมมลพิษ	-0.436	-0.696	-0.193	+0.301
ร.พ.เทศบาล	กรมควบคุมมลพิษ	-0.365	-	-0.177	-
ชุมชนไก่แก้ว จ.ลำพูน	อุตุนิยมวิทยา จ.ลำพูน	-0.644	-0.685	-	-
ที่ว่าการ อ.สารภี	การบินพาณิชย์เชียงใหม่	-0.644	-0.644	-0.325	+0.432

หมายเหตุ – ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3.4 การกระจายตัวของขนาดฝุ่น

จากข้อมูลความเข้มข้นฝุ่น 5 ขนาดที่วัดได้บริเวณสถานีเก็บอากาศของโครงการในรูปที่ 3.16 (รายละเอียดข้อมูลดิบแสดงไว้ในภาคผนวก ฎ) กล่าวได้ว่าความเข้มข้นของฝุ่นรวมทุกขนาดมีแนวโน้มจะมีค่ามากที่สุดในฤดูแล้ง ส่วนความเข้มข้นของฝุ่นแต่ละขนาดนั้นพบว่าไม่มีแนวโน้มเด่นจำเพาะเฉพาะทั้งในรายวันและรายฤดู

อย่างไรก็ตามในด้านสัดส่วน (%) ของความเข้มข้น PM แต่ละขนาดต่อความเข้มข้น PM รวม 5 ขนาดนั้นพบว่ามีลำดับที่คล้ายคลึงกันทุกฤดูกาลและทุกสถานีตรวจวัดดังนี้ PM>10 มีสัดส่วนเฉลี่ยมากที่สุด (24-42%) รองลงมาคือ PM 2.5-10 มีสัดส่วน 21-34% ลำดับถัดไปคือ PM 1.0-2.5 มีสัดส่วน 13-20% และถัดไปเป็น PM 0.5-1.0 (9-18%) และ PM 0.1-0.5 (7-13%) ตามลำดับดังจะเห็นแนวโน้มได้จากตารางที่ 3.6 และรูปที่ 3.17 ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่ามีการฟุ้งกระจายของฝุ่นขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอนขึ้นสู่อากาศในปริมาณไม่น้อย ดังนั้นในการพิจารณามาตรการลดความเข้มข้นฝุ่นในอากาศ นอกเหนือจาก PM_{10} ที่กล่าวกันว่ามีขนาดเล็กพอที่จะทำให้เกิดผลกระทบทางลบต่อระบบทางเดินหายใจแล้ว ยังอาจต้องคำนึงถึงฝุ่นขนาดใหญ่กว่า PM_{10} ด้วย เนื่องจากในบางฤดูกาลฝุ่นขนาดใหญ่กว่า PM_{10} ในอากาศมีสัดส่วนมากถึง 42% ของฝุ่นทั้งหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

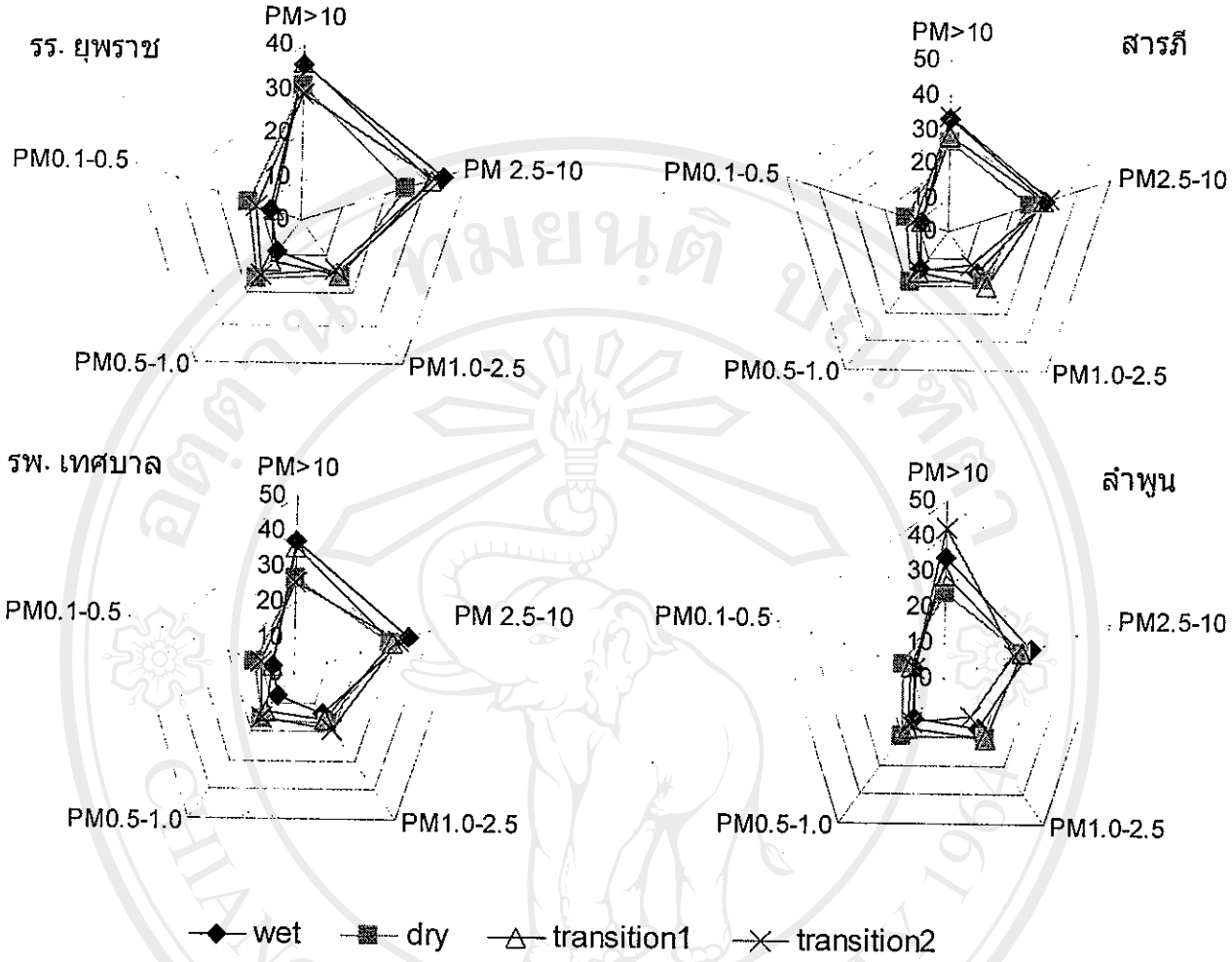
รูปที่ 3.16 ความเข้มข้น PM 5 ขนาดบริเวณสถานีตรวจอากาศของโครงการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.6 ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนฝุ่นแต่ละขนาดต่อมวลฝุ่นรวมทั้ง 5 ขนาดในสถานีเก็บอากาศของโครงการแยกตามฤดู (%)

ฤดู	ขนาดอนุภาค (ไมครอน)	สัดส่วนเฉลี่ยของฝุ่นแต่ละขนาด (%)			
		รพ.เทศบาล	รร.ยุพราช	อ.สารภี	จ.ลำพูน
ฝน	>10	27.0	22.6	19.3	16.5
	2.5-10	24.5	21.4	17.8	12.8
	1.0-2.5	10.2	9.3	8.8	8.4
	0.5-1.0	6.2	5.5	7.5	6.9
	0.1-0.5	5.0	4.9	5.0	4.4
ฝน→แล้ง	>10	37.2	30.7	26.9	24.8
	2.5-10	30.9	26.4	28.3	20.0
	1.0-2.5	16.2	12.9	18.7	17.4
	0.5-1.0	13.1	9.8	14.1	14.8
	0.1-0.5	7.0	5.9	8.2	8.4
แล้ง	>10	27.9	32.5	36.1	30.6
	2.5-10	29.2	26.3	34.5	30.3
	1.0-2.5	17.8	16.3	24.7	26.3
	0.5-1.0	16.4	17.4	24.9	25.7
	0.1-0.5	12.3	12.9	17.9	15.7
แล้ง→ฝน	>10	20.0	18.6	28.6	38.6
	2.5-10	24.3	19.9	26.7	19.1
	1.0-2.5	14.7	9.0	10.0	11.5
	0.5-1.0	11.4	9.7	11.8	13.1
	0.1-0.5	8.0	7.1	8.4	8.5

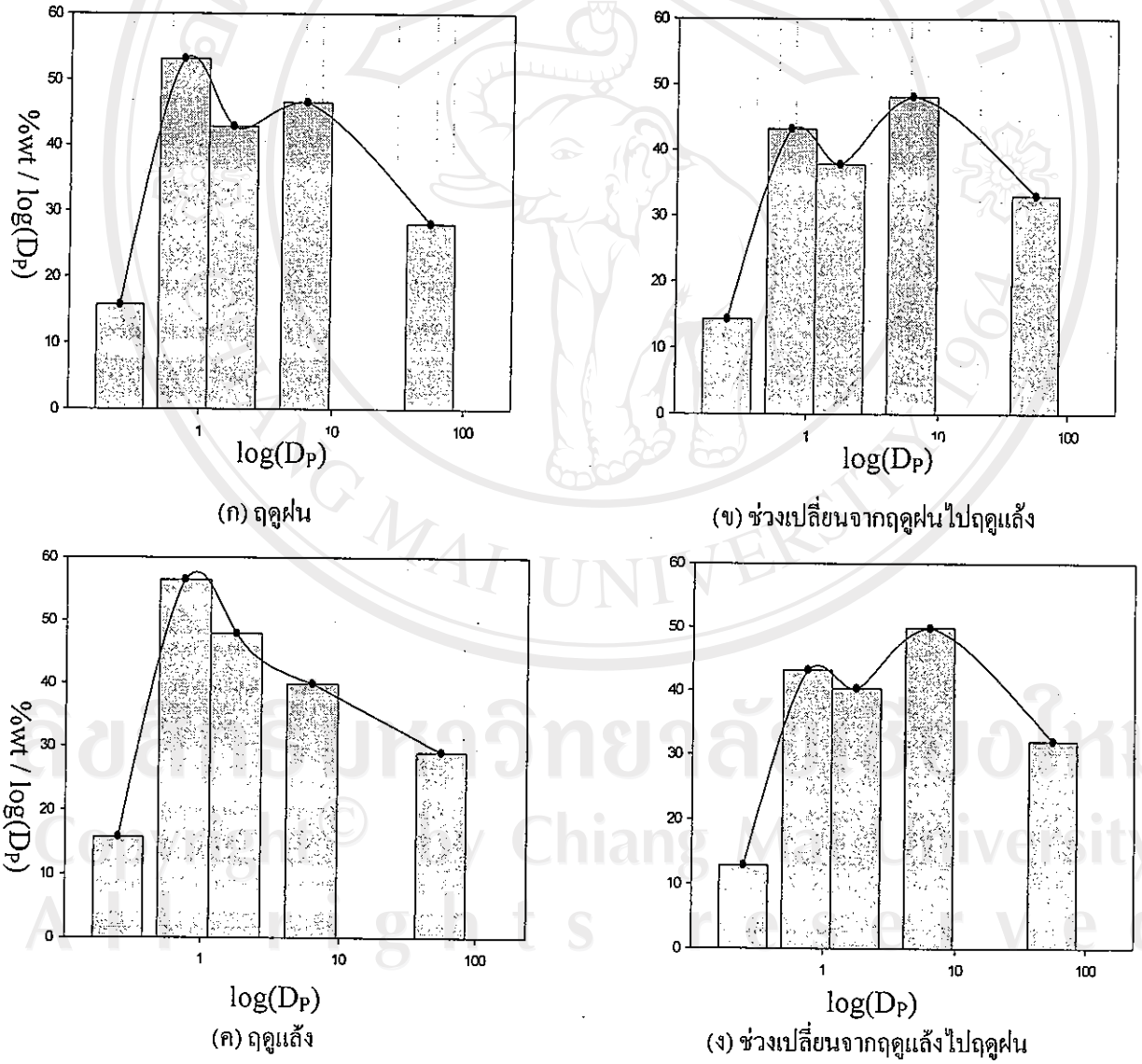
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3.17 ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนมวลฝุ่นแต่ละขนาดต่อมวลฝุ่นรวมทั้ง 5 ขนาด (%)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับการกระจายตัวของขนาดฝุ่นนั้นพบว่ามีรูปแบบที่น่าสนใจแยกตามฤดูได้ดังแสดงในรูปที่ 3.18 จากกราฟความสัมพันธ์ของ % wt/log(D_p) กับ log(D_p) พบว่ายกเว้นฤดูแล้ง ลักษณะการกระจายตัวของฝุ่นแต่ละขนาดในสามฤดูแบ่งได้เป็น 2 ช่วง (bimodal) โดยมีค่า % wt/log(D_p) สูงที่ PM 0.5-1.0 ไมครอนและ PM 4.0-8.0 ไมครอน ซึ่งลักษณะการกระจายแบบ bimodal นี้มีความคล้ายคลึงกับที่พบบริเวณพื้นที่กรุงเทพมหานครในงานวิจัยของนเรศ (นเรศและคณะ 2548) ส่วนในฤดูแล้งนั้นเป็นที่น่าสังเกตว่า PM 0.5-1.0 ไมครอนมีค่า % wt/log(D_p) มากกว่าอนุภาคขนาดอื่นอย่างเห็นได้ชัด จากผลนี้คาดคะเนได้ว่าน่าจะมีแหล่งกำเนิดฝุ่นชนิดพิเศษที่เข้ามามีบทบาทในการเพิ่มจำนวนอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กในฤดูแล้ง



<u>รูปที่ 3.18</u> การกระจายตัวของ PM 5 ขนาดบริเวณสถานีเก็บอากาศทั้งสี่แยกตามฤดูกาล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คณะผู้วิจัยได้ทดลองคำนวณผลรวมของความเข้มข้นอนุภาคขนาดน้อยกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$* = [PM1.0-2.5] + [PM 0.5-1.0] + [PM0.1-0.5]) และผลรวมของความเข้มข้นอนุภาคขนาดน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}* = [PM2.5-10] + [PM1.0-2.5] + [PM 0.5-1.0] + [PM0.1-0.5]) ได้ผลดังสรุปไว้ในตารางที่ 3.7 ถึงแม้ความเข้มข้น $PM_{2.5}$* และ PM_{10}* ที่คำนวณได้นี้อาจน้อยกว่าความเป็นจริงเล็กน้อยเนื่องจากเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศของโครงการไม่สามารถเก็บฝุ่นขนาดน้อยกว่า 0.1 ไมครอนได้ แต่ก็ถือว่าแสดงถึงความเข้มข้นอย่างต่ำของ $PM_{2.5}$ จึงสมควรนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐาน $PM_{2.5}$ ของ EPA (35 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และสัดส่วน $PM_{2.5}$*/ PM_{10}* ที่คำนวณได้นั้นก็คาดว่าน่าจะใกล้เคียงกับสัดส่วน $PM_{2.5}/PM_{10}$ ที่มีอยู่จริงในบรรยากาศจึงน่าจะนำมาเปรียบเทียบกับผลจากงานวิจัยอื่นได้

ตารางที่ 3.7 ค่าเฉลี่ยรายฤดูของ $PM_{2.5}$* และ $PM_{2.5}$*/ PM_{10}* ในโครงการ

สถานี	ฝน		ฝน→แล้ง		แล้ง		แล้ง→ฝน		จำนวนวันที่เกินมาตรฐาน $PM_{2.5}$*	
	$PM_{2.5}$*	$PM_{2.5}$*/ PM_{10}*	$PM_{2.5}$*	$PM_{2.5}$*/ PM_{10}*	$PM_{2.5}$*	$PM_{2.5}$*/ PM_{10}*	$PM_{2.5}$*	$PM_{2.5}$*/ PM_{10}*	ฤดูแล้ง	ฤดูอื่น
รร.ยุพราช	19.7	0.48	28.6	0.51	46.7	0.64	25.8	0.53	6	2
รพ.เทศบาล	21.4	0.47	36.3	0.55	46.4	0.60	34.1	0.58	5	4
อ.สารภี	21.3	0.54	41.0	0.59	67.6	0.65	30.7	0.49	8	5
จ.ลำพูน	19.7	0.62	40.5	0.62	67.8	0.68	33.2	0.61	7	4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พบว่าสถานีเก็บตัวอย่างอากาศที่ว่าการอำเภอสารภีและชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูนมีจำนวนวันที่ความเข้มข้น $PM_{2.5}$* เกินค่ามาตรฐานทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 52 และ 44 ของจำนวนวันที่ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 25 ตัวอย่าง ถือว่าเป็นบริเวณที่ประสบปัญหาคุณภาพอากาศกรณีของฝุ่นขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับมาตรฐานของ $PM_{2.5}$ของ USEPA ซึ่งรุนแรงกว่าสถานีเก็บอากาศโรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่ (36%) และโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย (32%) จากตารางเห็นได้ว่า $PM_{2.5}$* ที่เกินมาตรฐานนั้นตรวจพบในฤดูแล้งเกือบทุกกรณี นอกจากนี้ยังเป็นที่น่าสังเกตว่าชุมชนไก่แก้วที่ไม่ค่อยมีปัญหาในด้านความเข้มข้น PM_{10} นั้นกลับถือเป็นบริเวณที่ควรเฝ้าระวังมากกว่าบริเวณอื่นในด้านความเข้มข้น $PM_{2.5}$ ส่วนที่อำเภอสารภีนั้นพบว่ามีปัญหาเด่นชัดทั้งในด้านความเข้มข้น PM_{10} และ $PM_{2.5}$* ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นความรุนแรงของปัญหาคุณภาพอากาศในฤดูแล้งและความสำคัญของการตรวจวัดความเข้มข้น $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศรวมทั้งความจำเป็นในการตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่อำเภอสารภีและจังหวัดลำพูน

ในส่วนของค่าเฉลี่ย $PM_{2.5}$*/PM_{10}* พบว่าสถานีเก็บอากาศชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูนมีค่าเฉลี่ย $PM_{2.5}$*/PM_{10}* สูงสุดคือ 0.64 ส่วนสถานีเก็บอากาศอื่น ๆ มีค่าอยู่ในช่วง 0.54-0.58 จากตารางที่ 3.7 ยังพบว่าสัดส่วน $PM_{2.5}$*/PM_{10} * ในฤดูแล้งมีค่าสูงสุดในทุกสถานีเก็บอากาศโดยมีค่าระหว่าง 0.60-0.68 ซึ่งถือว่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาของรพีพัฒน์ (รพีพัฒน์ 2543) และของธเนศและคณะ (2547) ที่ทำการวิเคราะห์ $PM_{2.5}$*/PM_{10}* ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร งานวิจัยแรกพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.61-0.68 ส่วนงานวิจัยหลังพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.64-0.67 เนื่องจากสัดส่วน $PM_{2.5}$*/PM_{10}* ที่สูงแสดงให้เห็นว่าฝุ่นส่วนใหญ่ในบรรยากาศมีขนาดเล็กพอที่จะเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนลึกได้ ผลข้างต้นจึงย้ำให้เห็นถึงความสำคัญของการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในฤดูแล้งโดยเฉพาะบริเวณชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูนและอำเภอสารภี ตลอดจนย้ำให้เกิดจินตนาการว่าในฤดูแล้งมีแหล่งกำเนิดฝุ่นชนิดพิเศษที่ปล่อยอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กสู่บรรยากาศ ในที่นี้อาจเป็นฝุ่นทุติยภูมิอันเกิดจากการเปลี่ยนสภาพของ NO_x SO_2 และสารประกอบอินทรีย์ในบรรยากาศก็เป็นได้

ในด้านความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่นแต่ละขนาดตลอดช่วงเวลาดำเนินโครงการโดยวิธี pearson correlation ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 นั้นพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เป็นดังตารางที่ 3.8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่นแต่ละขนาด

ขนาดอนุภาค (ไมครอน)	>10	2.5-10	1.0-2.5	0.5-1.0	0.1-0.5	10*	2.5*	$PM_{2.5}$*/ PM_{10}*
>10	1	0.61	0.41	0.43	0.45	0.54	0.45	0.04
2.5-10		1	0.61	0.61	0.65	**0.82**	0.64	-0.10
1.0-2.5			1	**0.88**	**0.82**	**0.91**	**0.94**	0.59
0.5-1.0				1	**0.96**	**0.94**	**0.98**	0.63
0.1-0.5					1	**0.93**	**0.96**	0.53
10*						1	**0.97**	0.42
2.5*							1	0.61
PM2.5*/PM10*								1

จากตารางเห็นได้ว่าฝุ่นขนาด 0.1-0.5 ไมครอนและ 0.5-1.0 ไมครอนแปรผันตามกันโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูง ($r = 0.82$ และ 0.88) และมีอิทธิพลสูง ($r > 0.9$) ต่อความเข้มข้นของ PM_{10}* และ $PM_{2.5}$* จากผลนี้สันนิษฐานได้ว่าฝุ่นทั้งสองขนาดนี้น่าจะมาจากแหล่งกำเนิดชนิดเดียวกันและถ้าสามารถควบคุมแหล่งกำเนิดของฝุ่นสองชนิดนี้ได้ก็มีแนวโน้มว่าจะสามารถลดความเข้มข้น PM_{10}* และ $PM_{2.5}$* ได้ด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า PM_{10}* และ $PM_{2.5}$* แปรผันตามกันโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูง ($r = 0.97$) ชี้ให้เห็นความเป็นไปได้ในการคาดคะเนความเข้มข้น $PM_{2.5}$ จากค่าความเข้มข้น PM_{10} ที่วัดได้โดยอุปกรณ์ตรวจวัดที่มีอยู่แล้วในสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศต่าง ๆ หากได้รับการพิสูจน์ทางสถิติแล้วว่าผลการคาดคะเนดังกล่าวมีความน่าเชื่อถือก็ไม่จำเป็นต้องตรวจวัดความเข้มข้น $PM_{2.5}$ ทุกวัน การทำเช่นนี้ทำให้ได้ข้อมูลคุณภาพอากาศรายวันเพิ่มเติมโดยไม่ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากนักในการตรวจวัด $PM_{2.5}$ ถือเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในด้านการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.5 การวิเคราะห์แหล่งกำเนิดที่เป็นไปได้ของ PM_{10}

3.5.1 การวิเคราะห์ลักษณะเด่นเบื้องต้นของข้อมูล

ในเบื้องต้นผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยอื่น ๆ ก่อนหน้านี้เพื่อคัดเลือกสัดส่วนองค์ประกอบทางเคมี (diagnostic ratios) ที่สามารถแยกลักษณะเด่นของแหล่งกำเนิดชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะ ไอเสียยานพาหนะและการเผาพืชออกจากกันได้ชัดเจนที่สุด diagnostic ratios ที่ใช้ในการพิจารณาดังกล่าวได้แก่ สัดส่วนของ PAHs ชนิดต่าง ๆ OC (organic carbon) และ EC (elemental carbon หรือ black carbon) ดังสรุปไว้ในตารางที่ 3.9 และ ตารางที่ 3.10 จากนั้นได้นำผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของ PM_{10} ที่ได้จากคณะผู้วิจัยคณะวิทยาศาสตร์มาคำนวณสัดส่วนของ diagnostic ratios ชนิดที่เลือกเพื่อลักษณะเด่นของข้อมูล PM_{10} ก่อนนำไปวิเคราะห์หาแหล่งกำเนิดโดยวิธีองค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis) ในส่วนถัดไป

จากตารางที่ 3.9 พบว่าสัดส่วน FLU/(FLU+PYR), BbF/BkF, IND/(IND+BPER) และ EC/OC ที่ตรวจพบในไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซลและไอเสียรถเครื่องยนต์เบนซินมีค่าต่างกันอย่างชัดเจนแต่เมื่อเทียบกับค่าที่คำนวณได้ในในฝุ่นจากการเผาพืชและชีวมวลแล้วถือว่าไอเสียจากรถบางประเภทมีค่าอยู่ในระดับใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจพบในฝุ่นจากการเผาพืชและชีวมวล โดยรวมแล้วคณะผู้วิจัยเห็นว่า BaA/CHR เป็น diagnostic ratios ที่มีค่าแตกต่างกันอย่างชัดเจนที่สุดระหว่างแหล่งกำเนิดชนิดต่างๆโดยเฉพาะไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล (0.53) ไอเสียรถเครื่องยนต์เบนซิน (0.73) และการเผาพืช (0.93) รองลงมาคือ BaP/BPER ซึ่งไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ไอเสียรถเครื่องยนต์เบนซิน และการเผาพืชมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 0.81 1.2 และ 1.4 ตามลำดับ

เมื่อทดลองคำนวณค่า BaA/CHR และ BaP/BPER ในฝุ่นจากแหล่งกำเนิดชนิดต่าง ๆ จากผลการวิจัยของ E. Manoli et al. (2004) และ M. Kalaitzoglou et al. (2004) พบว่า BaA/CHR ของไอเสียรถ และการเผาชีวมวลอยู่ในช่วง 1.38-11.30 และ 0.17 ส่วน BaP/BPER ของไอเสียรถและการเผาชีวมวล อยู่ในช่วง 0.19-0.86 และ 1.44 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3.10 จะเห็นได้ว่าพิสัยของสัดส่วนทั้งสองในฝุ่นจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ มีค่าไม่ตรงกับที่ระบุในตารางที่ 3.9 อย่างไรก็ตามเนื่องจากข้อมูลในตารางที่ 3.10 เป็นข้อมูลในปี 2004 ซึ่งถือว่าทันสมัยกว่าค่า BaA/CHR และ BaP/BPER ในตารางที่ 3.9 ซึ่งเป็นข้อมูลในช่วงปี 1993-2004 คณะผู้วิจัยจึงได้ตัดสินใจใช้ค่า BaA/CHR และ BaP/BPER ในตารางที่ 3.10 เป็นเกณฑ์ในการวิจารณ์ลักษณะเด่นของ PM_{10} ในงานวิจัยนี้ นอกจากนี้เพื่อทดลองคาดคะเนชนิดของยานพาหนะที่มีผลต่อปริมาณ PM_{10} คณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลสัดส่วน EC/OC เท่าที่ได้รับจากคณะวิจัยคณะวิทยาศาสตร์มาประกอบการพิจารณาด้วย โดยใช้ค่า EC/OC ที่ระบุในตารางที่ 3.9 (ข้อมูล 2549) เป็นเกณฑ์ในพิจารณา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการคำนวณค่า BaA/CHR, BaP/BPER และ EC/OC สรุปไว้ในตารางที่ 3.11 เห็นได้ว่าค่าเฉลี่ย BaA/CHR และ BaP/BPER ของตัวอย่าง PM_{10} เกือบทุกตัวอย่างที่เก็บจาก 4 สถานีตรวจวัดมีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 4 ฤดู กล่าวคืออยู่ในช่วง 0.9-1.3 และ 0.5-0.8 ตามลำดับ (ยกเว้นตัวอย่างจาก อ.สารภี ในช่วงเปลี่ยนฤดูและฤดูแล้ง BaP/BPER เท่ากับ 1.3 และ 1.0) ซึ่งถือว่าใกล้เคียงกับค่า BaA/CHR และ BaP/BPER ที่คำนวณได้ในไอเสียยานพาหนะและเถ้าลอยจากการเผาไหม้ ในตารางที่ 3.10 นอกจากนี้ยังพบว่าค่าเฉลี่ย EC/OC ของตัวอย่าง PM_{10} บางส่วนที่เก็บในฤดูแล้ง จากสถานีที่ว่าการอำเภอสารภีและสถานีชุมชนไก่แก้ว จ. ลำพูน เท่ากับ 0.7 และ 0.4 ซึ่งจัดอยู่ในช่วงเดียวกับค่า EC/OC ของฝุ่นจากไอเสียรถเครื่องยนต์เบนซินในตารางที่ 3.9 จากผลดังกล่าวสันนิษฐานได้ว่าแหล่งกำเนิดหลักของ PM_{10} โดยรวมทั้ง 4 ฤดูในทุกสถานีเก็บตัวอย่างน่าจะเป็นไอเสียจากยานพาหนะโดยเฉพาะยานพาหนะชนิดที่ใช้น้ำมันเบนซิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.9 diagnostic ratios ของฝุ่นจากแหล่งกำเนิดชนิดต่าง ๆ

diagnostic ratios	ไอเสียรถ		การเผาพืชหรือชีวมวลในพื้นที่เกษตร	การเผาถ่านหินสำหรับกิจกรรมต่างๆ	การรั่วไหลของน้ำมันปริโตรเลียม	การเผาขยะ	การเผาก๊าซธรรมชาติ	การเผาน้ำมันเตาสำหรับหม้อไอน้ำ
	น้ำมันดีเซล	น้ำมันเบนซิน						
PHE/(PHE+ANT)	-	-	-	-	> 10 [a]	-	-	-
FLU/(FLU+PYR)	0.60 - 0.70 [b]	0.40 [b]	0.74 [b]	0.48 - 0.60 [b]	-	-	-	-
BaA/CHR	0.73 [b]	0.53 [b]	0.93 [b]	0.18 [b]	-	-	-	-
BbF/BkF	1.1 [b]	1.9 [b]	1.2 [b]	0.35 [b]	-	-	-	-
BaP/BPER	0.81 [b]	1.2 [b]	1.4 [b]	ND. [b]	-	-	-	-
IND/BPER	- [b]	0.33 [b]	2.3 [b]	1.1 [b]	-	-	-	-
IND/(IND+BPER)	0.35-0.70 [b]	0.18 [b]	0.69 [b]	0.48-0.57 [b]	-	-	-	-
EC/OC	3.37-6.06 [c]	0.37-0.96 [c]	1.08 [c]	0.60 [c]	-	1.03 [c]	0 [c]	4.09 [c]

หมายเหตุ PHE, ANT, IND, BPER, BaA, CHR, FLU, PYR, BbF, BkF, BaP, OC, EC คือ phenanthrene, anthracene, indeno(123cd)pyrene, benzo(ghi)perylene, benzo(a)anthracene, chrysene, fluoranthene, pyrene, benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, benzo(a)pyrene, organic carbon, elemental carbon ตามลำดับ

[a] มีที่มาจาก Baumard et al. (1998) and Yunker et al. (2002), [b] มีที่มาจาก Killin et al. (2004), Rogge et al. (1993), Harley et al. (1999), Oanh et al. (1999), Dickhut et al. (2000), Kavouras et al. (2001) Yunker et al. (2002), [c] มีที่มาจาก กรมควบคุมมลพิษ 2549

- หมายถึงไม่มีข้อมูล (ไม่ได้ทำการตรวจวัด)

ตารางที่ 3.10 ผลการคำนวณ diagnostic ratios จากองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นจากแหล่งกำเนิดชนิดต่าง ๆ

	oil burning [d]	catalyst equiped gasoline vehicle [d]	non-catalyst equipped gasoline vehicle [d]	taxi (diesel fueled) [d]	bus (diesel fueled, particle trap-equipped) [d]	cement production [e]	fly ash at Kardia [e]	fly ash at Ptolemais [e]	fly ash at Amynteon [e]	biomass burning [e]	refuse burning [e]
Phenanthrene	816	795	1569	85	62	62	0.05	0.55	0.03	24.0	107.0
Anthracene	84	150	272	9.3	1.7	2.6	0.01	0.08	0.01	3.0	21.0
Fluoranthene	1025	232	613	113	32	8	0.08	0.08	0.08	8.0	55.0
Pyrene	639	1389	3013	150	52	8	0.03	0.05	0.01	23.0	93.0
Benzo(a)anthracene	44	219	320	26	15	0.6	0.01	0.01	0.01	3.0	14.0
Chrysene	92	70	232	2.3	5.6	1.4	0.01	0.05	0.01	18.0	49.0
Benzo(b)fluoranthene	58	64	451	3.7	30	1.2	0.02	0.01	0.02	13.0	23.0
Benzo(k)fluoranthene	25	11	110	1.1	5.8	0.8	0.00	0.01	0.00	3.0	7.0
Benzo(a)pyrene	78	55	21	1.9	1.5	1.2	0.01	0.01	0.01	13.0	18.0
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	144	58	118	32	49	12	0.04	0.03	0.03	7.0	12.0
Dibenzo[a,h]anthracene	10	14	10	0.76	0.8	0.4	0.06	0.07	0.06	4.0	2.0
Benzo[ghi]perylene	31	168	112	2.2	1.9	1.4	0.04	0.03	0.04	9.0	10.0
BaA/CHR	0.48	3.13	1.38	11.30	2.68	0.43	1.13	0.25	1.13	0.17	0.29
BAP/BPER	2.52	0.33	0.19	0.86	0.79	0.86	0.31	0.41	0.31	1.44	1.80

หมายเหตุ [d] มีที่มาจาก E. Manoli et al. (2004), [e] มีที่มาจาก M. Kalaitzoglou et al. (2004), ชื่อแหล่งกำเนิดในคอลัมน์เดียวกับตัวเลขที่แรเงาไว้เป็นแหล่งกำเนิดที่จัดได้ว่ามีอิทธิพลมากที่สุดในการเพิ่มความเข้มข้นของสารเคมีชนิดนั้น ๆ ใน PM_{10} เนื่องจากมีความเข้มข้นสารเคมีชนิดนั้น ๆ สูงที่สุดเมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิดอื่น (ดูตามแนวนอนของตาราง)

ตารางที่ 3.11 ผลการคำนวณ diagnostic ratios ของPM_{10} ในงานวิจัยนี้

สถานี	ฤดู	BaA/CHR				BAP/BPER				EC/OC			
		average	stdev	max	min	average	stdev	max	min	average	stdev	max	min
รร. ยุพราช	ฝน	1.1	0.4	1.8	0.0	0.5	0.1	1.1	0.3	-	-	-	-
	เปลี่ยนฤดู 1	1.3	0.3	2.0	0.8	0.5	0.1	0.9	0.4	-	-	-	-
	แล้ง	0.9	0.2	1.3	0.6	0.6	0.1	0.8	0.4	-	-	-	-
	เปลี่ยนฤดู 2	1.0	0.2	1.4	0.7	0.4	0.2	1.1	0.3	-	-	-	-
รพ. เทศบาล	ฝน	1.0	0.3	1.5	0.0	0.6	0.2	1.8	0.0	-	-	-	-
	เปลี่ยนฤดู 1	1.3	0.3	1.7	0.8	0.6	0.1	0.9	0.4	-	-	-	-
	แล้ง	0.9	0.2	1.3	0.6	0.6	0.1	0.8	0.5	-	-	-	-
	เปลี่ยนฤดู 2	0.9	0.2	1.3	0.6	0.5	0.1	1.1	0.4	-	-	-	-
อ. สารคี	ฝน	1.0	0.4	1.7	0.0	0.7	0.3	1.5	0.4	-	-	-	-
	เปลี่ยนฤดู 1	1.3	0.4	1.9	0.5	1.3	0.4	1.9	0.5	-	-	-	-
	แล้ง	1.1	0.9	6.5	0.0	1.0	0.8	5.6	0.0	0.7	2.4	11.3	0.0
	เปลี่ยนฤดู 2	0.9	0.2	1.5	0.6	0.5	0.1	0.8	0.4	-	-	-	-
หมู่บ้านไก่แก้ว ดำพูน	ฝน	0.9	0.4	1.8	0.0	0.5	0.2	1.0	0.0	-	-	-	-
	เปลี่ยนฤดู 1	1.3	0.4	2.0	0.6	0.6	0.2	1.0	0.3	-	-	-	-
	แล้ง	1.1	0.9	4.9	0.5	0.8	0.2	1.5	0.5	0.4	0.6	2.2	0.0
	เปลี่ยนฤดู 2	0.9	0.5	2.0	0.0	0.5	0.3	1.8	0.3	-	-	-	-

หมายเหตุ BPER, BaA, CHR, BaP, OC, EC คือ benzo(ghi)perylene, benzo(a)anthracene, chrysene, benzo(a)pyrene, organic carbon, elemental carbon ตามลำดับ

- หมายถึง ไม่มีข้อมูล (ไม่ได้ทำการตรวจวัด)

3.5.2 แหล่งกำเนิดที่เป็นไปได้ของ PM_{10}

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลความเข้มข้น PM_{10} และองค์ประกอบทางเคมีของ PM_{10} ของแต่ละสถานีมาวิเคราะห์แหล่งกำเนิดที่เป็นไปได้โดยวิธีองค์ประกอบหลักสัมบูรณ์ (Absolute Principal Component Analysis : APCA, varimax rotation) โดยได้ดึงข้อมูลมลสารชนิดที่มีค่า communiality น้อยกว่า 0.7 ออกจากการพิจารณาเนื่องจากถือว่าอธิบายด้วย PCA ได้ไม่ดีเท่าที่ควร ผลการคำนวณพบว่าตัวอย่าง PM_{10} ที่เก็บจากทั้ง 4 จุดเก็บตัวอย่างได้รับอิทธิพลจากองค์ประกอบหลัก (PC : Principal Component) ตั้งแต่ 11-13 ชนิดขึ้นอยู่กับสถานที่ ค่าสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบหลัก (PC loading) ที่ได้จากการคำนวณได้ถูกนำมาเปรียบเทียบกับองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นจากแหล่งกำเนิดชนิดต่าง ๆ ในงานวิจัยอื่น (ตารางที่ 3.12 และ 3.13) เพื่อระบุแหล่งกำเนิดของ PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ดังจะได้กล่าวโดยละเอียดต่อไป

ทั้งนี้คณะผู้วิจัยได้ทดลองนำข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีของ PM_{10}แต่ละสถานีเก็บตัวอย่างมาแยกฤดูเป็นข้อมูลทั้งหมด 16 ชุด (4 จุดเก็บตัวอย่าง × 4 ฤดู) ก่อนนำไปวิเคราะห์แหล่งกำเนิดแล้ว ผลปรากฏว่าค่า KMO (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy) ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละชุดมีค่าไม่ถึง 0.5 ถือว่าข้อมูลไม่เหมาะสมที่จะวิเคราะห์โดยวิธีองค์ประกอบหลัก คณะผู้วิจัยจึงได้เพิ่มจำนวนข้อมูลในการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลทั้งสี่ฤดูในการวิเคราะห์แต่ละครั้งคิดเป็นข้อมูลทั้งหมด 4 ชุด (4 จุดเก็บตัวอย่าง) ผลปรากฏว่าค่า KMO (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy) ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละชุดมีค่ามากกว่า 0.6 ถือว่าสามารถใช้วิธีองค์ประกอบหลักในการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวได้

นอกจากนี้ถือว่า % variance (ค่าความแปรปรวนของข้อมูลดิบที่ PC แต่ละตัวสามารถอธิบายได้) เป็นตัวเลขแสดงน้ำหนักอิทธิพลของ PC นั้นๆที่มีต่อ PM_{10} และ องค์ประกอบ PM_{10}โดยรวม ในการระบุ % ปริมาณ PM_{10} ที่มาจากแหล่งกำเนิดต่างๆนั้นจะพิจารณาจากการนำ APC score ไปหาความสัมพันธ์กับ ค่าความเข้มข้น PM_{10} ที่วัดได้ในแต่ละตัวอย่างโดยตรงตามวิธีที่ระบุไว้ในบทที่ 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.12 สารอนินทรีย์ (% of particle mass) ในแหล่งกำเนิดชนิดต่าง ๆ ที่รายงานในงานวิจัยอื่น

มลสาร	ประเทศญี่ปุ่น (K. Adachi and Y. Tainosho (2004))				กรุงเทพ ประเทศไทย (Radian International LIC, (1998))						
	brake dust	yellow paint	tire tread	tire dust	heavy duty truck	light duty truck	motor cycle	soil	road dust	steel mill	power plant
AL	0.5	0.6	2.7	7.5	0.1	0.0	0.0	9.4	7.9	0.5	0.0
AS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BA	1.5	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
CA	0.3	50.9	1.4	10.1	0.3	0.1	0.1	17.5	20.2	3.1	0.1
CD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CR	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CU	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
FE	5.8	0.0	0.0	5.5	0.3	0.1	0.0	3.7	3.5	15.7	0.1
HG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	0.2	0.0	0.0	1.9	0.1	0.0	0.0	1.5	1.8	0.5	0.0
MG	0.1	1.9	0.0	1.9	-	-	-	-	-	-	-
MN	0.7	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.6	0.0
NI	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
P	0.0	0.0	0.0	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
PB	0.3	13.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
SI	1.6	6.1	2.8	21.2	0.7	0.4	0.1	23.0	20.1	1.9	0.1
SR	0.1	0.0	0.0	0.9	-	-	-	-	-	-	-
TI	1.3	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.1	0.0
V	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
ZN	0.1	0.0	17.4	1.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	3.9	0.0
SO_4^{2-}	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.7	0.2	0.7	35.3
NO_3^-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
CL^-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.4	0.0
NH_4^+	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
NA^+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K^+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MG^{2+}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CA^{2+}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ แหล่งกำเนิดในคอลัมน์เดียวกับตัวเลขที่แรเงาไว้ในตารางเป็นแหล่งกำเนิดที่จัดได้ว่าหากมีอยู่จริง จะมีอิทธิพลมากที่สุดในการเพิ่มความเข้มข้นของสารเคมีชนิดนั้น ๆ เนื่องจากมีความเข้มข้นสารเคมีชนิดนั้น ๆ สูงที่สุดเมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิดอื่น (ดูตามแนวนอนของตาราง)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.12 สารอนินทรีย์ (% of particle mass) ในแหล่งกำเนิดชนิดต่าง ๆ ที่รายงานในงานวิจัยอื่น (ต่อ)

มล สาร	สมุทรปราการ ประเทศไทย (JICA(1991))							แคลิฟอร์เนีย อเมริกา (California Environmental Protection Agency (2002))			
	soil	road dust	diesel vehicle	gasoline vehicle	sea salt	fuel oil	refuse burning	tire wear	brake wear	constructi on	diesel exhaust
AL	5.6	5.0	0.0	0.1	0.0	1.4	1.0	0.1	0.0	7.2	0.0
AS	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0
BA	-	-	-	-	-	-	-	0.0	5.4	0.1	0.1
CA	0.2	2.6	0.3	0.0	1.2	1.5	1.4	0.1	0.1	3.4	0.1
CD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0
CR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0
CU	-	-	-	-	-	-	-	0.0	1.1	0.0	0.0
FE	1.2	1.8	3.1	0.5	0.0	2.8	0.6	0.5	28.7	4.9	0.1
HG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0
K	3.2	2.1	0.0	0.2	1.1	0.1	10.0	0.0	0.0	1.9	0.0
MG	-	-	-	-	-	-	-	0.0	8.3	-	-
MN	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.2	-	0.0
NI	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
P	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.0	0.1	0.0
PB	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.1	5.3	0.0	0.0	0.1	0.0
SI	-	-	-	-	-	-	-	0.1	6.8	19.0	0.3
SR	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.1	0.0	0.0
TI	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.4	0.5	0.0
V	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
ZN	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	0.5	0.0	0.1	0.0
SO_4^{2-}	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.0	0.4	1.8
NO_3^-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.2	0.1	0.0
CL^-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	0.2	0.3	0.0
NH_4^+	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.3
NA^+	0.7	0.7	0.0	0.0	30.4	3.8	8.8	0.1	0.0	0.2	0.0
K^+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MG^{2+}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CA^{2+}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ แหล่งกำเนิดในคอลัมน์เดียวกับตัวเลขที่แรเงาไว้ในตารางเป็นแหล่งกำเนิดที่จัดได้ว่าหากมีอยู่จริง จะมีอิทธิพลมากที่สุดในการเพิ่มความเข้มข้นของสารเคมีชนิดนั้น ๆ เนื่องจากมีความเข้มข้นสารเคมีชนิดนั้น ๆ สูงที่สุดเมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิดอื่น (ดูตามแนวนอนของตาราง)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.12 สารอนินทรีย์ (% of particle mass) ในแหล่งกำเนิดชนิดต่าง ๆ ที่รายงานในงานวิจัยอื่น (ต่อ)

มลสาร	แคลิฟอร์เนีย อเมริกา (California Environmental Protection Agency (2002))									Y.-F. Wang (2003)		
	gasoline vehicle		aircraft-jet fuel	waste burning	EPA solid waste burning	wood waste combustion	grass/wood land fire	field crop burning	chemical fertilizer-urea	diesel speed		
	no catalyst	with catalyst								100 %	60%	40%
AL	-	-	-	0.1	0.6	-	0.1	0.1	-	2.7	2.1	1.9
AS	-	-	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-
BA	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.1	0.1	0.1
CA	0.6	0.6	-	0.3	0.4	1.8	0.3	0.2	0.6	2.8	2.0	1.9
CD	-	-	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1
CR	0.1	0.1	0.5	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.9	0.6	0.6
CU	0.1	0.1	-	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.4	0.3	0.3
FE	0.1	0.1	-	0.1	0.3	1.5	0.1	0.1	0.1	3.8	3.1	2.9
HG	-	-	-	0.0	2.7	-	0.0	0.0	-	-	-	-
K	0.6	0.6	-	10.8	2.5	1.7	10.8	15.3	0.6	-	-	-
MG	-	-	-	-	0.7	-	-	-	-	0.6	0.5	0.5
MN	0.1	0.1	-	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1	0.1
NI	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.1	0.6	0.4	0.4
P	-	-	-	0.0	-	-	0.0	0.0	-	-	-	-
PB	-	-	0.6	0.0	4.1	0.1	0.0	0.0	-	0.1	0.1	0.1
SI	-	-	-	0.5	-	10.0	0.5	1.0	-	2.0	1.7	1.5
SR	-	-	-	0.0	-	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	0.2
TI	-	-	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	-	0.1	0.2	0.1
V	-	-	-	0.0	-	-	0.0	0.0	-	0.1	0.1	0.1
ZN	0.1	0.1	0.6	0.2	5.9	0.4	0.2	0.0	0.1	0.4	0.3	0.4
SO_4^{2-}	45.0	45.0	25.0	4.2	-	2.6	4.2	4.5	4.2	-	-	-
NO_3^-	0.6	0.6	3.9	0.6	-	0.0	0.6	0.3	0.6	-	-	-
CL^-	7.0	7.0	0.0	10.9	11.2	1.5	10.9	19.5	10.7	-	-	-
NH_4^+	-	-	-	2.4	-	-	2.4	3.9	-	-	-	-
NA^+	-	-	-	0.3	4.8	-	0.3	0.5	-	-	-	-
K^+	-	-	-	10.0	-	-	10.0	14.6	-	-	-	-
MG^{2+}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CA^{2+}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ แหล่งกำเนิดในคอลัมน์เดียวกับตัวเลขที่แรเงาไว้ในตารางเป็นแหล่งกำเนิดที่จัดได้ว่าหากมีอยู่จริง จะมีอิทธิพลมากที่สุดในการเพิ่มความเข้มข้นของสารเคมีชนิดนั้น ๆ เนื่องจากมีความเข้มข้นสารเคมีชนิดนั้น ๆ สูงที่สุดเมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิดอื่น (ดูตามแนวนอนของตาราง)

ตารางที่ 3.13 PAHs (% of particle mass) ในแหล่งกำเนิดชนิดต่าง ๆ ที่รายงานในงานวิจัยอื่น

	E. Manoli (2004)						M. Kalaitzoglou (2004)				
	oil burning	catalyst equiped gasoline vehicle	non-catalyst equipped gasoline vehicle	taxi (diesel)	bus (diesel fueled, particle trap-equipped)	cement production	fly ash at			biomass burning	refuse burning
							Kardia	Ptolemais	Amynteon		
Napthalene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acenapthylene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acenapthene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluorene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phenanthrene	81.6	79.5	156.9	8.5	6.2	6.2	0.0055	0.0546	0.0029	2.4	10.7
Anthracene	8.4	15	27.2	0.93	0.17	0.26	0.0010	0.0081	0.0010	0.3	2.1
Fluoranthene	102.5	23.2	61.3	11.3	3.2	0.8	0.0077	0.0085	0.0077	0.8	5.5
Pyrene	63.9	138.9	301.3	15	5.2	0.8	0.0027	0.0054	0.0014	2.3	9.3
Benzo(a)anthracene	4.4	21.9	32	2.6	1.5	0.06	0.0013	0.0013	0.0013	0.3	1.4
Chrysene	9.2	7	23.2	0.23	0.56	0.14	0.0012	0.0052	0.0012	1.8	4.9
Benzo(b)fluoranthene	5.8	6.4	45.1	0.37	3	0.12	0.0016	0.0008	0.0016	1.3	2.3
Benzo(k)fluoranthene	2.5	1.1	11	0.11	0.58	0.08	0.0004	0.0010	0.0003	0.3	0.7
Benzo(a)pyrene	7.8	5.5	2.1	0.19	0.15	0.12	0.0013	0.0013	0.0013	1.3	1.8
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	14.4	5.8	11.8	3.2	4.9	1.2	0.0042	0.0028	0.0028	0.7	1.2
Dibenzo[a,h]anthracene	1	1.4	1	0.076	0.08	0.04	0.0063	0.0069	0.0063	0.4	0.2
Benzo[ghi]perylene	3.1	16.8	11.2	0.22	0.19	0.14	0.0040	0.0030	0.0040	0.9	1

หมายเหตุ แหล่งกำเนิดในคอลัมน์เดียวกับตัวเลขที่แรเงาไว้ในตารางเป็นแหล่งกำเนิดที่จัดได้ว่าหากมีอยู่จริง จะมีอิทธิพลมากที่สุดในการเพิ่มความเข้มข้นของสารเคมีชนิดนั้น ๆ เนื่องจากมีความเข้มข้นสารเคมีชนิดนั้น ๆ สูงที่สุดเมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิดอื่น (ดูตามแนวนอนของตาราง), ตัวเลขที่เกิน 100% แสดงให้เห็นว่ามลสารนั้นส่วนใหญ่อยู่ในรูปก๊าซ

1) <u>สถานีตรวจวัดโรงเรียนยุพราช</u>

ในการระบุชนิดแหล่งกำเนิดนั้นได้พิจารณาจากผลของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (ตารางที่ 3.14) ควบคู่ไปกับผลการสำรวจตำแหน่งเกิดมลพิษที่เป็นไปได้รอบ ๆ สถานีตรวจวัดโรงเรียนยุพราช (รูปที่ 3.19) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วิเคราะห์องค์ประกอบหลักได้ทั้งหมด 11 ชนิด (PC1-PC11) ซึ่งสามารถอธิบายค่าความแปรปรวนของข้อมูลดิบ (% cumulative variance) ได้ 80% ค่าสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบหลักแต่ละตัว (PC loading) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.14 ทั้งนี้สารเคมีที่อยู่แถวเดียวกับตัวเลขที่แรเงาไว้ในตารางคือสารเคมีที่จัดเป็นลักษณะเด่นของ PC นั้น ๆ เนื่องจากมีค่า PC loading สูงกว่าสารชนิดอื่น (ดูค่าตามแนวนอนของตาราง)

จากตารางที่ 3.14 เห็นได้ว่า PC1 ถือเป็นองค์ประกอบหลักที่มีอิทธิพลในการเพิ่มความเข้มข้น benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, benzo(a)pyrene, indeno[1,2,3-cd]pyrene, dibenzo[a,h]anthracene และ benzo[ghi]perylene ใน PM_{10} จากตารางที่ 3.13 พบว่าสาร PAHs ต่างๆข้างต้นมีมากในรถน้ำมันเบนซินทั้งแบบติดตั้งและไม่ติดตั้ง catalyst รวมทั้งการเผา fuel oil จึงคาดคะเนได้ว่า PC1 คือฝุ่นจากท่อไอเสียรถน้ำมันเบนซินทั้งแบบติดตั้งและไม่ติดตั้ง catalyst (gasoline vehicle exhaust)

จากค่าสัมประสิทธิ์ในตารางที่ 3.14 กล่าวได้ว่า PC2 เป็นองค์ประกอบหลักที่มีอิทธิพลในการเพิ่มความเข้มข้น Al, Mg, Mn, Si และ Ti ใน PM_{10} เนื่องจาก Al และ Si มีปริมาณสูงในดิน ส่วน Mg, Mn และ Ti ก็จัดได้ว่าเป็นสารที่พบมากในฝุ่นจากการสึกหรอของอุปกรณ์เบรค (ดูตารางที่ 3.12) จึงพอจะกล่าวโดยรวมได้ว่า PC2 คือฝุ่นถนนซึ่งประกอบไปด้วยดิน และอนุภาคที่หลุดลอกออกมาจากอุปกรณ์เบรคที่ผสมรวมกันอยู่และลอยฟุ้งขึ้นไปในอากาศ (re-suspended road dust)

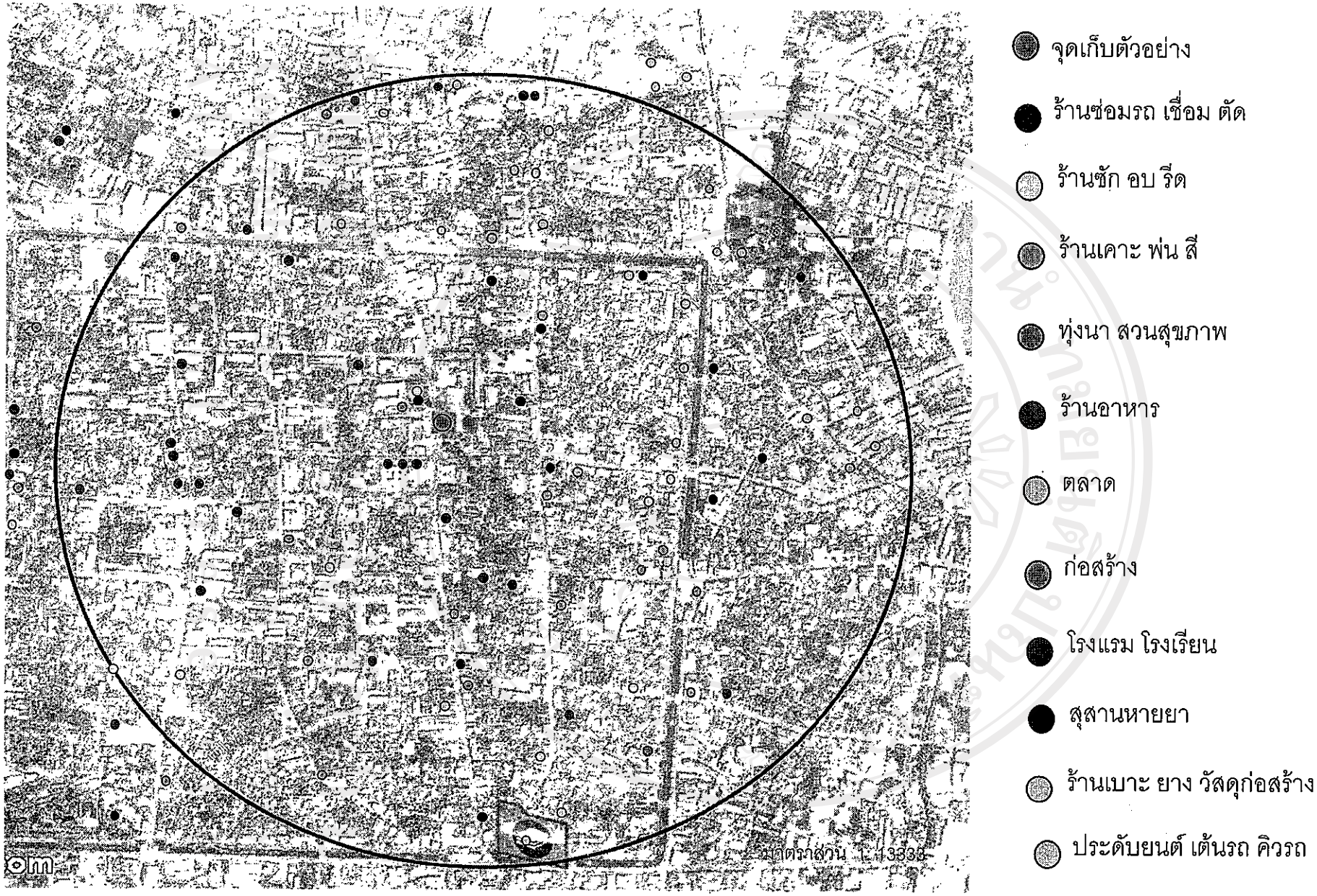
ส่วน PC3 พบว่ามีอิทธิพลในการเพิ่มความเข้มข้นของ fluoranthene, pyrene, benzo(a)anthracene และ chrysene ใน PM_{10} จากตารางที่ 3.12 เห็นได้ว่า fluoranthene, pyrene, benzo(a)anthracene และ chrysene พบมากในไอเสียรถน้ำมันดีเซลเป็นอันดับที่สองรองจากไอเสียรถน้ำมันเบนซิน จึงตัดสินใจระบุว่า PC3 คือไอเสียรถน้ำมันดีเซล (diesel vehicle exhaust) PC4 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ของ K และ K^+ สูงชี้ให้เห็นว่า PC4 เป็นฝุ่นจากการเผาพืช (ดูตารางที่ 3.12) นอกจากนี้การที่ PC4 มีค่าสัมประสิทธิ์ของ PM_{10} สูง บ่งบอกเป็นนัยว่า ปริมาณ PM_{10} ส่วนใหญ่ที่วัดได้บริเวณโรงเรียนยุพราชน่าจะมาจากการเผาพืช (vegetative burning)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.14 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักบริเวณโรงเรียนยุพราช

pollutant	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11
PM10	-0.28	-0.04	-0.06	0.82	0.04	-0.06	-0.18	-0.10	-0.13	-0.06	-0.02
AL	0.10	0.90	0.02	0.06	-0.13	0.22	0.02	0.08	0.11	-0.03	0.02
CD	-0.07	-0.07	-0.01	-0.04	0.01	0.90	-0.05	-0.06	0.02	0.07	-0.10
CR	-0.13	0.06	0.00	-0.05	-0.03	-0.04	-0.03	0.87	-0.02	0.28	-0.03
CU	0.22	0.17	0.03	-0.08	-0.10	0.00	0.89	0.00	0.05	-0.12	0.15
FE	0.16	0.24	0.01	0.13	-0.02	0.00	-0.01	0.81	0.07	-0.15	0.10
HG	-0.06	0.06	-0.02	-0.24	0.27	-0.08	-0.06	0.18	0.10	0.75	0.16
K	-0.23	0.39	0.07	0.72	0.02	0.09	0.13	0.23	-0.20	-0.01	-0.04
MG	0.14	0.86	-0.07	0.08	0.03	0.02	-0.03	0.16	0.26	-0.02	0.05
MN	-0.02	0.53	0.22	0.06	0.39	0.45	-0.02	0.06	-0.09	-0.18	0.16
P	0.14	-0.08	0.07	-0.08	0.04	-0.04	0.93	-0.04	0.07	-0.06	-0.14
SI	0.29	0.82	-0.03	-0.09	0.07	-0.10	0.10	0.12	-0.07	0.03	-0.09
SR	0.10	0.44	-0.07	-0.02	-0.24	0.69	-0.03	-0.04	0.18	-0.04	0.29
TI	0.05	0.68	-0.04	0.02	-0.22	0.61	0.03	-0.08	0.07	-0.01	-0.06
V	0.30	0.29	-0.34	0.06	-0.01	0.55	0.06	0.16	0.11	-0.23	-0.06
SO_4^{2-}	-0.17	0.00	-0.05	-0.03	0.92	-0.07	0.01	-0.05	0.04	0.07	-0.06
NO_3^-	0.08	-0.02	0.00	0.76	-0.03	-0.02	-0.10	-0.12	0.38	0.13	-0.11
CL^-	0.04	0.11	-0.03	-0.04	-0.19	0.18	0.05	-0.08	0.83	-0.08	-0.12
NH_4^+	-0.26	-0.09	0.13	0.17	0.88	-0.07	-0.07	-0.01	-0.09	-0.07	-0.07
NA^+	0.16	0.20	-0.20	-0.11	0.22	-0.02	0.13	0.22	0.70	0.00	0.19
K^+	-0.30	-0.06	0.19	0.74	0.12	0.02	-0.03	0.23	-0.19	-0.14	-0.05
ACY	0.17	-0.01	0.11	-0.13	-0.09	-0.02	-0.01	0.06	-0.01	0.05	0.88
FLA	0.00	-0.06	0.82	-0.07	0.34	0.03	0.09	0.11	-0.11	-0.18	0.02
PYR	0.07	-0.14	0.83	-0.08	0.22	-0.01	0.16	0.13	-0.12	-0.16	-0.06
BAA	0.26	0.12	0.78	0.04	-0.28	-0.02	-0.10	-0.15	0.04	0.15	0.19
CHR	0.21	0.06	0.83	0.28	-0.17	-0.13	-0.04	-0.10	-0.02	0.06	0.05
BBF	0.73	0.33	0.30	-0.11	-0.11	-0.09	0.04	-0.03	0.09	0.01	-0.23
BKF	0.68	0.29	0.36	0.15	-0.18	-0.10	0.17	-0.04	0.05	0.03	-0.12
BAP	0.90	0.13	0.07	-0.08	-0.11	0.05	0.02	-0.01	-0.02	0.06	0.19
IND	0.90	0.02	-0.08	-0.15	-0.07	0.09	0.03	0.02	0.06	0.03	0.25
DBA	0.86	0.07	0.11	-0.16	-0.07	0.05	0.23	0.06	0.09	-0.08	-0.19
BPER	0.83	0.03	0.06	-0.30	-0.16	0.04	0.11	0.00	0.05	0.05	0.32
TC	0.14	-0.11	-0.09	0.14	-0.21	0.03	-0.13	-0.02	-0.15	0.75	-0.07
% cumulative variance	14.79	26.38	36.15	44.57	52.12	59.23	65.03	70.46	75.50	80.06	84.32
estimated sources	gasoline vehicle exhaust	road dust	diesel vehicle exhaust	vegetative burning	secondary particle	vehicle repairing	vehicle paint-repairing	high Cr and high Fe	high Na and high Cl	solid waste burning	high acenaphylen e

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3.19 ตำแหน่งเกิดมลพิษที่เป็นไปได้รอบ ๆ สถานีตรวจวัดโรงเรียนยุพราช

ค่าสัมประสิทธิ์ที่สูงของ NH_4^+ และ SO_4^{2-} ใน PC5 ชี้ให้เห็นว่า PC5 เป็นฝุ่นทุติยภูมิ (secondary particulate matters) โดย SO_4^{2-} และ NH_4^+ นั้นคาดว่าเกิดจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในยานพาหนะทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียในอากาศทำให้เกิดเป็นแอมโมเนียมซัลเฟต (ของแข็ง) ซึ่งพบได้โดยทั่วไปในฝุ่นที่เก็บจากอากาศในเมืองใหญ่ (A. Alastuey และคณะ 2004) ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง NH_4^+ และ SO_4^{2-} ในข้อมูลทั้งหมดแล้วก็พบว่ามีค่าสูง ($r = 0.83$ ที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 99%) สอดคล้องกับการตีความหมายในข้างต้น

กรณีของ PC6 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ของ Cd, Sr และ V สูง ชี้ให้เห็นว่า PC6 เป็นฝุ่นจากแหล่งกำเนิดที่ Cd, Sr และ V สูง เนื่องจาก Cd พบมากในไอเสียรถน้ำมันดีเซล ไอเสียเครื่องบินเจ็ท การเผาขยะ และปุ๋ย ส่วน Sr นั้นมีมากในฝุ่นจากการสึกหรอของยางรถ และ V พบมากในน้ำมันเชื้อเพลิง (ตารางที่ 3.12) นอกจากนี้ยังพบว่าที่บริเวณห่างจากจุดเก็บตัวอย่างประมาณ 100 เมตร มีร้านซ่อมรถและเชื่อมชิ้นส่วนอุปกรณ์ตั้งอยู่ (รูปที่ 3.19) จึงคาดว่า PC5 คือฝุ่นจากร้านซ่อมรถ (vehicle-repair particulate matters)

พบว่าสัมประสิทธิ์ของ Cu และ P มีค่าสูงใน PC7 และเมื่อทดลองคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Cu และ P ของข้อมูลทั้งหมดแล้วพบว่า Cu และ P มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 99 % ($r = 0.78$) ชี้ให้เห็นว่า Cu และ P น่าจะมาจากแหล่งกำเนิดชนิดเดียวกัน ประกอบกับในรูปที่ 3.19 พบว่าที่บริเวณรอบ ๆ จุดเก็บตัวอย่างมีโรงเคาะและพ่นสีรถ จึงสันนิษฐานได้ว่า Cu และ P ในที่นี้คือส่วนประกอบของโลหะผสม cupper-phosphorus alloys ซึ่งถูกขัดออกจนกลายเป็นฝุ่นในโรงเคาะและพ่นสีรถแล้วถูกพัดพามายังจุดเก็บตัวอย่าง สรุปได้ว่า PC7 แสดงถึงอนุภาคฝุ่นจากโรงเคาะและพ่นสีรถ (vehicle paint - repair particulate matters)

PC8 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ของ Cr และ Fe สูง แต่เมื่อทดลองคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Cr และ Fe ของข้อมูลทั้งหมดแล้วพบว่า Cr และ Fe มีความสัมพันธ์กันเพียงเล็กน้อยที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 99% ($r = 0.53$) จึงสันนิษฐานได้ว่า Cr และ Fe มาจากแหล่งกำเนิดคนละชนิด (high Cr source and high Fe source) แต่ยังไม่สามารถระบุชื่อแน่ชัดลงไปได้

ค่าสัมประสิทธิ์ที่สูงของ Na^+ และ Cl^- ใน PC9 แสดงถึงอนุภาคเกลือทะเล เนื่องจากจังหวัดเชียงใหม่ไม่ได้อยู่ติดทะเล อาจเป็นไปได้ว่า PC9 คืออนุภาคที่ถูกพัดมามาจากทางไกล (long-distance transported particulate matters) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Na^+ และ Cl^- ในข้อมูลทั้งหมดแล้วพบว่ามีค่าต่ำ ($r = 0.40$ ที่ระดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความเชื่อมั่นมากกว่า 99%) จึงระบุได้ในที่นี้เพียงว่า PC9 คืออนุภาคมาจากแหล่งกำเนิดที่ให้ Na สูง และแหล่งกำเนิดที่ให้ Cl^- สูง (high Na source and high Cl^- source)

นอกจากนี้ในตารางที่ 3.14 พบว่า สัมประสิทธิ์ของ Hg และ TC ใน PC10 และ มีค่าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 3.12 แล้วสันนิษฐานได้ว่า PC10 เป็นตัวแทนของการเผาขยะ (solid waste burning)

ส่วน PC11 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของ acenaphthylene ใน สูงนั้น แสดงให้เห็นเพียงว่า PC11 เป็นฝุ่นจากแหล่งกำเนิดที่ให้ acenaphthylene สูง แต่จากผลงานวิจัยนี้ยังไม่สามารถระบุชื่อแน่ชัดลงไปได้ (high acenaphthylene source)

ในขั้นต่อไป คณะผู้วิจัยได้คำนวณ PC zero score ขึ้นมาตามวิธี absolute principal component (Thurston and Spengler, 1985) แล้วนำ PC zero score ไปลบออกจาก PC score ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้างต้นเพื่อให้ได้ APC score (absolute principal component score) ของแต่ละข้อมูล จากนั้นจึงนำ APC score ไปหาความสัมพันธ์กับข้อมูลความเข้มข้น PM_{10} ที่สำรวจได้จริงโดยใช้สมการถดถอยพหูคูณ (multiple regression analysis, stepwise) ในโปรแกรม SPSS version10.0 (ดูรายละเอียดของวิธีการคำนวณในบทที่ 2) ผลปรากฏว่าสามารถแสดงค่าความเข้มข้น PM_{10} ได้ในรูปสมการดังต่อไปนี้ (r^2 = 0.667) โดย PM_{10} คือ ความเข้มข้น PM_{10} (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) และ APC คือ absolute principal component score ขององค์ประกอบหลักแต่ละชนิด

$$PM10 = 0.1697 + (0.02226)\,APC4 - (0.0076)\,APC1 - (0.00478)\,APC7 - (0.00365)\,APC9 - (0.00268)\,APC8 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3.5\text{-}1)$$

เมื่อแทนค่า APC score สำหรับข้อมูลแต่ละข้อมูลลงในสมการดังกล่าวและหาผลรวมของพจน์แต่ละพจน์แยกตามฤดูแล้วพบว่าได้ผลดังตารางที่ 3.15 จากตารางเห็นได้ว่า 73-82% ของความเข้มข้น PM_{10} บริเวณโรงเรียนยุพราชส่วนใหญ่มาจากการเผาพืช ส่วนที่เหลืออีก 18-27% นั้นระบุชื่อไม่ได้ซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลายๆชนิดรวมๆกันและจะคงที่อยู่ตลอดปี แสดงว่าการลดปริมาณฝุ่น PM_{10} บริเวณโรงเรียนยุพราชให้ได้ผลดีนั้นควรมุ่งลดการเผาพืชเป็นหลัก ทั้งนี้จากค่าที่เป็นลบของพจน์ APC1, APC7, APC9, APC8 ในตาราง สามารถตีความหมายได้ว่าการปนเปื้อนของฝุ่นจากแหล่งกำเนิดต่างๆดังกล่าวมีน้อยมากเมื่อเทียบกับฝุ่นจากการเผาพืช เมื่อใดที่มีการปนเปื้อนของฝุ่นจากแหล่งกำเนิดดังกล่าวแสดงว่าขณะนั้นอากาศอยู่ในสภาพไม่เสถียร ฝุ่นจากแหล่งกำเนิดต่างๆดังกล่าวรวมทั้งฝุ่นที่ลอยคงที่ในอากาศและฝุ่นจากการเผาพืช จึงสามารถแพร่กระจายสู่บรรยากาศเบื้องบนได้ดีขึ้น มีผลทำให้ความเข้มข้น PM_{10} โดยรวมลดลง

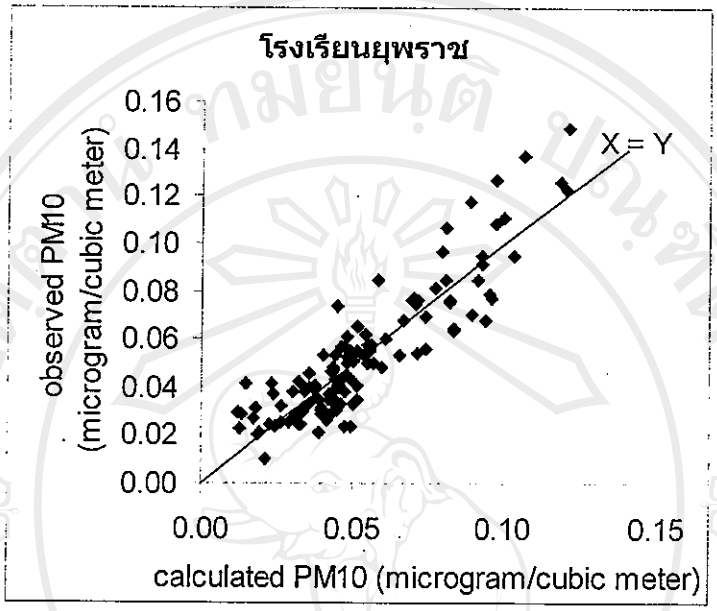
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.15 ปริมาณ PM_{10} จากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ บริเวณโรงเรียนยุพราช

ฤดู	หน่วย	ค่าคงที่	APC4	APC1	APC7	APC9	APC8
			vegetative burning	gasoline vehicle exhaust	vehicle paint-reparing	high Na source and high Cl-source	solid waste burning
ฝน	$\mu g/m^3$	0.78	2.14	-0.79	-0.24	-0.23	-0.01
	% contribution	27	73	-	-	-	-
เปลี่ยนจากฝนเป็นแล้ง	$\mu g/m^3$	0.34	1.02	-0.20	-0.08	-0.10	-0.01
	% contribution	25	75	-	-	-	-
แล้ง	$\mu g/m^3$	0.68	3.18	-0.43	-0.16	-0.14	-0.06
	% contribution	18	82	-	-	-	-
เปลี่ยนจากแล้งเป็นฝน	$\mu g/m^3$	0.32	1.00	-0.20	-0.12	-0.06	-0.03
	% contribution	24	76	-	-	-	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อแทนค่า APC score ลงในสมการแล้วนำผลมาสร้าง Q-Q plot (รูปที่ 3.20) พบว่าสมการข้างต้นมีความแม่นยำพอสมควรในการคาดคะเนความเข้มข้น PM_{10} ดังจะเห็นได้จากการที่จุดต่าง ๆ อยู่ในแนวของเส้นตรง X = Y



รูปที่ 3.20 Q-Q กราฟของสมการวิเคราะห์แหล่งกำเนิด PM_{10} บริเวณโรงเรียนยุพราช

2) สถานีตรวจวัดโรงพยาบาลเทศบาล

ในการระบุชนิดแหล่งกำเนิดนั้น ได้พิจารณาจากผลของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (ตารางที่ 3.16) ควบคู่ไปกับผลการสำรวจตำแหน่งเกิดมลพิษที่เป็นไปได้รอบ ๆ สถานีตรวจวัดโรงพยาบาลเทศบาล (รูปที่ 3.21) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วิเคราะห์องค์ประกอบหลักได้ทั้งหมด 11 ชนิด (PC1-PC11) ซึ่งสามารถอธิบายค่าความแปรปรวนของข้อมูลดิบ (% cumulative variance) ได้ 80% ค่าสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบหลักแต่ละตัว (PC loading) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.14 ทั้งนี้สารเคมีที่อยู่แถวเดียวกับตัวเลขที่แรเงาไว้ในตารางคือสารเคมีที่จัดเป็นลักษณะเด่นของ PC นั้น ๆ เนื่องจากมีค่า PC loading สูงกว่าสารชนิดอื่น (ดูค่าตามแนวนอนของตาราง)

จากค่าสัมประสิทธิ์ในตารางที่ 3.14 กล่าวได้ว่า PC1 เป็นองค์ประกอบหลักที่มีอิทธิพลในการเพิ่มความเข้มข้น Al, Ca, Mg, Mn, Sr, Ti และ V ใน PM_{10} เนื่องจาก Al และ Si มีปริมาณสูงในดิน Ca พบมากในสีทาพื้นถนน ส่วน Mg, Mn และ Ti จัดได้ว่าเป็นสารที่พบมากในฝุ่นจากการสึกหรอของอุปกรณ์เบรค Sr พบมากในฝุ่นจากการสึกหรอของยางรถ และ V มีมากในน้ำมันเชื้อเพลิง (ดูตารางที่ 3.12) จึงพอจะกล่าวโดยรวมได้ว่า PC1 คือฝุ่นถนนซึ่งประกอบไปด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดิน และอนุภาคที่หลุดลอกออกมาจากอุปกรณ์เบรค ยางรถยนต์ และสีทาพื้นถนน รวมทั้งหยดน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ผสมรวมกันอยู่และลอยฟุ้งขึ้นไปในอากาศ (re-suspended road dust)

จากตารางที่ 3.16 เห็นได้ว่า PC2 ถือเป็นองค์ประกอบหลักที่มีอิทธิพลในการเพิ่มความเข้มข้น fluoranthrene, pyrene, benzo(a)anthracene, chrysene, benzo(b)fluoranthene และ benzo(k)fluoranthene ใน PM_{10} จากตารางที่ 3.13 พบว่าสาร PAHs ต่าง ๆ ข้างต้นมีมากในรถน้ำมันเบนซินแบบไม่ติดตั้ง catalyst รวมทั้งการเผา fuel oil จึงคาดคะเนได้ว่า PC2 คือฝุ่นจากท่อไอเสียรถน้ำมันเบนซินแบบไม่ติดตั้ง catalyst (non-catalyst gasoline vehicle exhaust)

ส่วน PC3 พบว่ามีอิทธิพลในการเพิ่มความเข้มข้นของ benzo (a) pyrene, indeno [1,2,3-cd] pyrene และ benzo [ghi] perylene ใน PM_{10} จากตารางที่ 3.13 เห็นได้ว่า สาร PAHs ต่าง ๆ ข้างต้นมีมากในรถน้ำมันเบนซินแบบติดตั้ง catalyst รวมทั้งการเผา fuel oil จึงระบุได้ว่า PC3 คือฝุ่นจากท่อไอเสียรถน้ำมันเบนซินแบบติดตั้ง catalyst (catalyst gasoline vehicle exhaust)

PC4 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ของ K และ K^+ สูง เมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 3.12 แล้วว่ากล่าวได้ว่า PC4 เป็นฝุ่นจากการเผาพืช นอกจากนี้การที่ PC4 มีค่าสัมประสิทธิ์ของ Pb และ Ba สูงบ่งบอกเป็นนัยว่า อาจมีในการเผาพืชข้างต้นนั้นอาจมีการเผาขยะรวมอยู่ด้วย (vegetative and solid waste burning)

กรณีของ PC5 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ของ As, Cr และ Fe สูง ชี้ให้เห็นว่าเป็นฝุ่นจากแหล่งกำเนิดที่ให้สารต่างๆดังกล่าวสูง จากตารางที่ 3.12 As พบมากในไอเสียเครื่องบินเจ็ท ส่วน Cr นั้นมีมากในสีทาถนน และ Fe พบมากในฝุ่นจากการสึกหรอของเบรค (ตารางที่ 3.12) นอกจากนี้ยังพบว่าที่บริเวณรอบ ๆ จุดเก็บตัวอย่างมีร้านซ่อมรถตั้งอยู่ (รูปที่ 3.21) จึงคาดว่า PC5 คือฝุ่นจากร้านซ่อมรถ (vehicle-repair particulate matters)

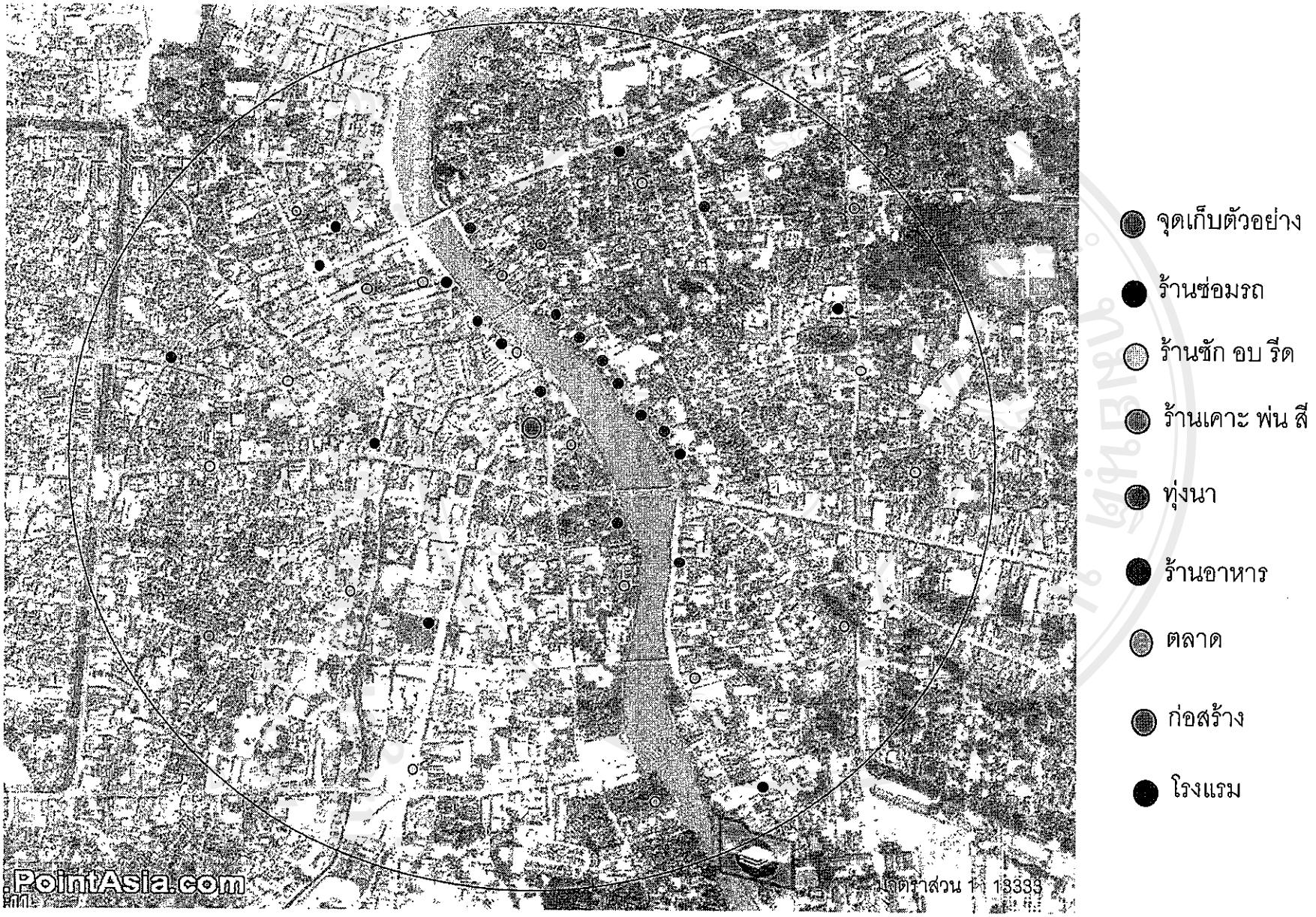
PC6 มีค่าสัมประสิทธิ์ของ Ca^+ สูง คาดว่าแสดงถึงดิน ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ที่ติดลบ (-0.77) ของ PM_{10} นั้นบ่งบอกเป็นนัยว่าเมื่อใดที่ PM10 มีดินผสมเพิ่มมากขึ้นอยู่ เมื่อนั้นความเข้มข้นของ PM_{10} จะลดลง การตีความหมายเช่นนี้มาจากการจินตนาการถึงสภาพที่ดินถูกลมพัดพาจากพื้นขึ้นสู่อากาศ เข้าใจว่าขณะนั้นอากาศมีความไม่เสถียรสูง PM_{10} ในอากาศสามารถแพร่กระจายสู่บรรยากาศเบื้องบนได้ดีขึ้น ทำให้ความเข้มข้น PM_{10} ที่วัดได้บริเวณจุดเก็บตัวอย่างมีค่าลดลงจากเดิม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.16 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักบริเวณโรงพยาบาลเทศบาล

pollutant	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11
PM10	-0.03	0.07	-0.20	0.13	-0.06	-0.77	-0.14	0.13	0.05	-0.24	-0.07
AL	0.89	-0.04	0.11	0.08	0.04	-0.09	0.07	-0.02	0.01	-0.05	-0.10
AS	0.04	-0.01	0.05	0.23	0.72	0.08	-0.23	-0.09	0.34	-0.03	-0.10
BA	0.39	-0.04	0.00	0.78	0.28	0.04	0.05	-0.13	0.01	-0.03	0.16
CA	0.69	0.00	-0.02	-0.03	0.14	0.32	-0.10	-0.30	-0.04	-0.20	0.19
CD	0.18	-0.13	-0.07	-0.05	-0.01	0.05	-0.01	-0.05	0.87	0.08	-0.05
CR	0.02	-0.02	-0.03	0.01	0.92	0.08	0.18	0.00	-0.10	0.02	0.06
CU	0.14	0.04	-0.13	0.12	0.12	0.21	0.91	-0.09	-0.04	-0.04	0.02
FE	0.34	-0.08	-0.17	-0.08	0.79	-0.06	0.17	0.00	-0.07	0.08	0.04
K	0.29	0.04	-0.32	0.70	0.12	-0.40	0.14	0.00	-0.07	0.00	-0.02
MG	0.77	0.07	-0.02	0.28	0.09	0.17	0.02	0.00	-0.24	-0.01	-0.05
MN	0.64	0.02	-0.09	0.03	0.11	-0.09	-0.01	0.36	0.39	-0.19	0.06
P	0.00	0.00	-0.12	0.16	0.06	0.12	0.94	0.00	0.03	0.01	-0.01
PB	0.08	-0.07	-0.02	0.90	-0.16	0.02	0.06	0.20	0.03	-0.03	-0.05
SR	0.69	-0.10	0.13	0.30	0.13	-0.02	0.07	-0.24	0.36	-0.06	0.10
TI	0.79	-0.08	0.06	-0.02	0.00	-0.09	0.09	-0.10	0.45	-0.05	-0.14
V	0.44	-0.36	0.25	-0.08	0.12	-0.32	0.02	-0.12	0.35	0.06	0.35
SO_4^{2-}	-0.07	-0.11	-0.09	0.14	-0.07	0.12	-0.05	0.83	-0.06	-0.10	-0.05
NH_4^+	-0.17	0.07	-0.28	0.02	0.01	-0.26	-0.05	0.81	-0.02	-0.09	0.23
NA^+	0.37	-0.24	0.33	-0.24	-0.04	0.05	0.24	0.33	-0.28	0.21	-0.18
K^+	-0.14	0.08	-0.21	0.74	0.04	-0.44	0.24	0.10	-0.06	0.07	0.02
Ca^{2+}	0.04	-0.09	0.12	-0.13	0.06	0.79	0.30	0.10	0.06	0.00	-0.01
NAP	-0.21	-0.06	0.16	-0.01	-0.01	0.26	0.12	-0.07	0.01	0.73	0.30
PHE	0.01	0.09	-0.04	0.03	-0.01	0.02	0.00	0.05	-0.06	-0.04	0.88
FLA	-0.16	0.60	0.02	0.06	0.14	0.20	-0.01	0.34	0.08	0.26	0.45
PYR	-0.20	0.64	0.08	0.07	0.13	0.20	0.01	0.20	0.06	0.40	0.42
BAA	-0.05	0.89	0.29	0.03	-0.06	-0.08	0.00	-0.04	0.03	-0.03	0.02
CHR	-0.12	0.90	0.05	0.01	-0.02	-0.19	0.01	0.02	-0.03	-0.07	0.06
BBF	0.02	0.62	0.45	-0.11	-0.14	0.00	-0.07	-0.11	-0.17	0.15	0.02
BKF	0.19	0.80	0.22	-0.06	-0.04	-0.02	0.05	-0.17	-0.17	0.05	-0.11
BAP	0.11	0.37	0.85	-0.07	-0.11	0.05	-0.08	-0.11	-0.02	-0.02	-0.01
IND	0.07	0.14	0.89	-0.09	0.00	0.10	-0.09	-0.09	0.02	-0.01	-0.05
BPER	-0.01	0.25	0.86	-0.08	-0.03	0.22	-0.09	-0.11	-0.03	0.13	0.06
TC	-0.07	0.18	-0.02	-0.01	0.05	-0.02	-0.11	-0.12	0.04	0.80	-0.20
% cumulative variance	12.741	24.318	33.685	42.126	48.822	55.422	61.786	68.036	73.08	78.01	82.848
estimated sources	road dust	non-catalyst gasoline vehicle	catalyst gasoline vehicle	vegetative + solid waste burning	vehicle-repairing	soil	vehicle paint -reparing	secondary+ long range	high Cd	high napthalene and TC	high phenanthrene

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3.21 ตำแหน่งเฉพาะที่เป็นไปได้รอบ ๓ สถานีตรวจวัดโรงพยาบาลตากสิน

สัมประสิทธิ์ของ Cu และ P มีค่าสูงใน PC7 และเมื่อทดลองคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Cu และ P ของข้อมูลทั้งหมดแล้วพบว่า Cu และ P มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 99 % ($r = 0.93$) ชี้ให้เห็นว่า Cu และ P น่าจะมาจากแหล่งกำเนิดชนิดเดียวกัน ประกอบกับในรูปที่ 3.21 พบว่าที่บริเวณรอบ ๆ จุดเก็บตัวอย่างมีโรงซ่อมรถ จึงสันนิษฐานได้ว่า Cu และ P ในที่นี้คือส่วนประกอบของโลหะผสม cupper-phosphorus alloys ซึ่งถูกขัดออกจนกลายเป็นฝุ่นในกระบวนการเคาะและพ่นสีรถของโรงซ่อมรถแล้วถูกพัดพามายังจุดเก็บตัวอย่าง สรุปได้ว่า PC7 แสดงถึงอนุภาคฝุ่นจากการเคาะและพ่นสีรถ (vehicle paint - repair particulate matters)

ค่าสัมประสิทธิ์ที่สูงของ NH_4^+, SO_4^{2-} และ Na ใน PC8 ชี้ให้เห็นว่า PC8 เป็นฝุ่นทุติยภูมิผสมรวมกับฝุ่นที่พัดมาจากทางไกล (secondary particulate matters mixed with long-range transported particulate matters) โดย Na นั้นสันนิษฐานว่าเป็นอนุภาคของเกลือทะเล ส่วน SO_4^{2-} และ NH_4^+ นั้นคาดว่าเกิดจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในยานพาหนะทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียในอากาศทำให้เกิดเป็นแอมโมเนียมซัลเฟต (ของแข็ง) ซึ่งพบได้โดยทั่วไปในฝุ่นที่เก็บจากอากาศในเมืองใหญ่ (A. Alastuey และคณะ 2004) ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง NH_4^+ และ SO_4^{2-} ในข้อมูลทั้งหมดแล้วก็พบว่ามีค่าปานกลาง ($r = 0.65$ ที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 99%) ไม่ขัดแย้งกับการตีความหมายในข้างต้น

PC9 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ของ Cd สูง แสดงให้เห็นว่าเป็นฝุ่นจากแหล่งกำเนิดที่ให้ Cd สูง (high Cd source) แต่จากผลงานวิจัยนี้ยังไม่สามารถระบุชื่อแน่ชัดลงไปได้

นอกจากนี้ในตารางที่ 3.16 พบว่า สัมประสิทธิ์ของ naphthalene และ TC ใน PC10 และ สัมประสิทธิ์ของ phenanthrene ใน PC11 มีค่าสูง (PC10 : sources with high emission of napthalene or TC, PC11 : high phenanthrene source) แสดงให้เห็นเพียงว่า PC10 และ PC11 เป็นฝุ่นจากแหล่งกำเนิดที่ให้สารต่าง ๆ เหล่านั้นสูง แต่จากผลงานวิจัยนี้ยังไม่สามารถระบุชื่อแน่ชัดลงไปได้

ในขั้นต่อไป คณะผู้วิจัยได้คำนวณ PC zero score ขึ้นมาตามวิธี absolute principal component (Thurston and Spengler, 1985) แล้วนำ PC zero score ไปลบออกจาก PC score ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้างต้นเพื่อให้ได้ APC score (absolute principal component score) ของแต่ละข้อมูล จากนั้นจึงนำ APC score ไปหาความสัมพันธ์กับข้อมูลความเข้มข้น PM10 ที่สำรวจได้จริงโดยใช้สมการถดถอยพหุคูณ (multiple regression analysis, stepwise) ในโปรแกรม SPSS version10.0 (ดูรายละเอียดของวิธีการคำนวณในบทที่ 2) ผลปรากฏว่าสามารถแสดงค่าความเข้มข้น PM10 ได้ในรูปสมการดังต่อไปนี้ ($r^2 = 0.735$) โดย PM_{10} คือ ความเข้มข้น PM_{10} (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และ APC คือ absolute principal component score ขององค์ประกอบหลักแต่ละชนิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$PM10 = 0.05756 - (0.0177)\,APC6 - (0.0054)\,APC10 - (0.0047)\,APC3 - (0.0032)\,APC7 + (0.0031)\,APC4 + (0.0030)\,APC8 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3.5\text{-}2)$$

เมื่อแทนค่า APC score สำหรับข้อมูลแต่ละข้อมูลลงในสมการดังกล่าวและหาผลรวมของพจน์แต่ละพจน์แยกตามฤดูแล้วพบว่าได้ผลดังตารางที่ 3.17 จากตารางเห็นได้ว่า 73-93% ของความเข้มข้น PM_{10} บริเวณโรงพยาบาลเทศบาลนั้นเป็นค่าคงที่ของบริเวณซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลาย ๆ ชนิดรวม ๆ กันและจะคงที่อยู่ตลอดปี แหล่งกำเนิดหลาย ๆ ชนิดดังกล่าวนี้คาดว่ามีการปิ้งทอดของรถเข็นขายอาหารในตลาดและร้านอาหารต่าง ๆ เป็นหลัก เนื่องจากพบเห็นอยู่เป็นจำนวนมากรอบบริเวณโรงพยาบาลเทศบาลดังแสดงในรูปที่ 3.21 ส่วนที่เหลืออีก 7-27% นั้นส่วนใหญ่มาจากการเผาพืชและเผาขยะเป็นหลัก กรณีของฤดูแล้งที่พบว่าอีก 20 %ของความเข้มข้น PM_{10} มาจากดิน ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นความยากลำบากในการลดความเข้มข้น PM_{10} บริเวณโรงพยาบาลเทศบาลเนื่องจากกว่า 70% ของ PM_{10} นั้นจะลอยคงที่อยู่ในอากาศ ถึงแม้จะประสบความสำเร็จในการลดการเผาพืชและเผาขยะ ก็ไม่แน่ว่าจะสามารถลดปริมาณ PM10 คงที่ดังกล่าวในอากาศได้ อย่างไรก็ตามจากผลดังกล่าวทำให้ทราบว่าการพรมน้ำเพื่อลดการฟุ้งกระจายของดินในฤดูแล้งนั้นสามารถลดปริมาณ PM_{10} ในอากาศบริเวณโรงพยาบาลเทศบาลได้ไม่น้อย (20%)

ทั้งนี้ สำหรับค่าที่เป็นลบของพจน์ APC6, APC10, APC3, APC7 และ APC8 นั้น สามารถอธิบายได้ด้วยความไม่เสถียรของอากาศดังที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้านี้ กล่าวคือการปนเปื้อนของฝุ่นจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ดังกล่าวมีน้อยมากเมื่อเทียบกับฝุ่นที่ลอยคงที่อยู่ในอากาศหรือฝุ่นจากการเผาพืช เมื่อใดที่มีการปนเปื้อนของฝุ่นจากแหล่งกำเนิดดังกล่าวแสดงว่าขณะนั้นอากาศอยู่ในสภาพไม่เสถียร ฝุ่นจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ดังกล่าวรวมทั้งฝุ่นที่ลอยคงที่อยู่ในอากาศและฝุ่นจากการเผาพืชจึงสามารถแพร่กระจายสู่บรรยากาศเบื้องบนได้ดีขึ้น มีผลทำให้ความเข้มข้น PM_{10} โดยรวมลดลง

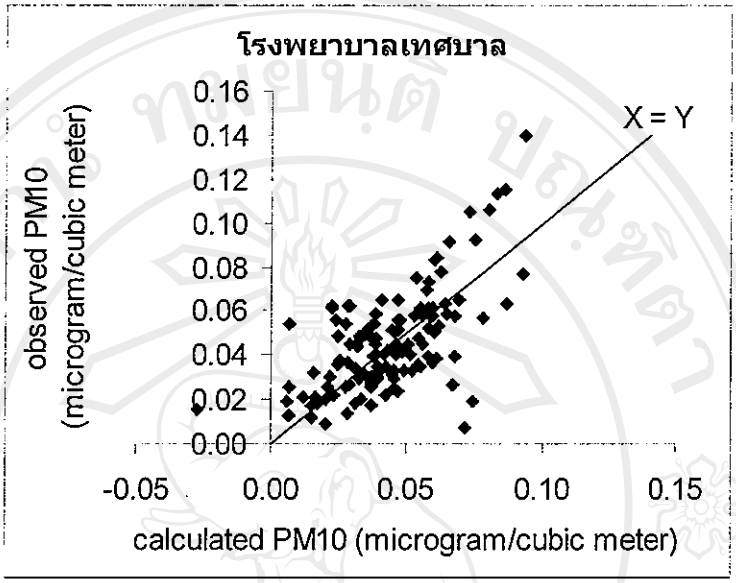
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.17 ปริมาณ PM_{10} จากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ บริเวณโรงพยาบาลเทศบาล

ฤดู	หน่วย	ค่าคงที่	APC6	APC10	APC3	APC7	APC4	APC8
			soil	high napthalene and TC	catalyst gasoline vehicle	vehicle paint - reparing	vegetative + solid waste burning	secondary+ long range transported particle
ฝน	$\mu g/m^3$	2.590	-0.184	-0.364	-0.323	-0.074	0.207	-0.010
	% contribution	93	-	-	-	-	7	-
เปลี่ยนจากฝนเป็นแล้ง	$\mu g/m^3$	1.151	-0.075	-0.140	-0.252	-0.074	0.082	-0.004
	% contribution	93	-	-	-	-	7	-
แล้ง	$\mu g/m^3$	2.302	0.629	-0.362	-0.378	-0.070	0.176	0.036
	% contribution	73	20	-	-	-	6	1
เปลี่ยนจากแล้งเป็นฝน	$\mu g/m^3$	1.209	-0.254	-0.228	-0.169	-0.018	0.101	0.035
	% contribution	90	-	-	-	-	7	3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อแทนค่า APC score ลงในสมการแล้วนำผลมาสร้าง Q-Q plot (รูปที่ 3.22) พบว่าสมการข้างต้นมีความแม่นยำพอสมควรในการคาดคะเนความเข้มข้น PM_{10} ดังจะเห็นได้จากการที่จุดต่าง ๆ อยู่ในแนวของเส้นตรง X = Y



รูปที่ 3.22 Q-Q กราฟของสมการวิเคราะห์แหล่งกำเนิด PM_{10} บริเวณโรงพยาบาลเทศบาล

3) สถานีตรวจวัดที่ว่าการอำเภอสารภี

ในการระบุชนิดแหล่งกำเนิดนั้น ได้พิจารณาจากผลของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (ตารางที่ 3.18) ควบคู่ไปกับผลการสำรวจตำแหน่งเกิดมลพิษที่เป็นไปได้รอบ ๆ สถานีตรวจวัดที่ว่าการอำเภอสารภี (รูปที่ 3.23) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วิเคราะห์องค์ประกอบหลักได้ทั้งหมด 12 ชนิด (PC1-PC12) ซึ่งสามารถอธิบายค่าความแปรปรวนของข้อมูลดิบ (% cumulative variance) ได้ 83% ค่าสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบหลักแต่ละตัว (PC loading) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.18 ทั้งนี้สารเคมีที่อยู่แถวเดียวกับตัวเลขที่แรเงาไว้ในตารางคือสารเคมีที่จัดเป็นลักษณะเด่นของ PCนั้นๆ เนื่องจากมีค่า PC loading สูงกว่าสารชนิดอื่น (ดูค่าตามแนวนอนของตาราง)

จากค่าสัมประสิทธิ์ในตารางที่ 3.18 กล่าวได้ว่า PC1 เป็นองค์ประกอบหลักที่มีอิทธิพลในการเพิ่มความเข้มข้น benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, benzo(a)pyrene, indeno[1,2,3-cd]pyrene, dibenzo(a,h)anthracene และ benzo[ghi]perylene ใน PM_{10}จากตารางที่ 3.13 พบว่าสาร PAHs ต่าง ๆ ข้างต้นมีมากในรถน้ำมันเบนซินทั้งแบบติดตั้งและไม่ติดตั้ง catalyst รวมทั้งการเผา fuel oil จึงกล่าวได้ว่า PC1 แสดงถึงฝุ่นจากท่อไอเสียรถน้ำมันเบนซินทั้งแบบติดตั้งและแบบไม่ติดตั้ง catalyst (gasoline vehicle exhaust)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.18 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักบริเวณที่ว่าการอำเภอสารภี

pollutant	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12
PM10	-0.34	-0.06	-0.04	0.18	0.67	-0.20	0.06	-0.02	-0.37	0.04	-0.01	-0.02
Al	-0.02	0.92	-0.14	-0.02	0.06	0.15	0.05	0.08	-0.04	0.02	-0.05	-0.11
As	0.04	0.08	-0.12	0.10	0.29	0.07	0.71	-0.13	0.00	-0.11	-0.10	0.29
Cd	-0.06	0.11	0.09	-0.08	-0.08	-0.08	0.88	-0.04	-0.07	0.10	-0.01	-0.16
Cr	0.05	-0.02	-0.06	-0.03	0.12	0.02	-0.02	0.86	0.06	-0.07	-0.09	0.13
Cu	-0.07	0.07	-0.06	-0.08	0.02	0.98	-0.02	0.04	0.00	-0.03	0.01	-0.03
Fe	-0.13	0.44	0.00	0.02	0.15	0.09	-0.09	0.75	0.05	-0.12	0.00	-0.11
K	-0.10	0.35	-0.02	0.05	0.78	0.17	0.12	0.21	-0.07	-0.04	-0.17	0.04
Mg	0.03	0.87	0.01	-0.08	0.07	-0.05	0.01	0.01	0.06	-0.05	0.16	0.21
Mn	-0.18	0.54	0.43	0.05	-0.13	0.04	0.30	0.26	-0.24	0.07	-0.16	0.05
P	-0.09	0.00	-0.04	-0.07	0.05	0.98	-0.03	0.04	0.03	-0.03	0.02	-0.02
Pb	-0.13	0.17	0.58	0.07	0.25	0.00	0.15	-0.26	0.11	-0.05	-0.05	0.44
Si	-0.10	0.74	0.10	0.10	-0.03	-0.02	-0.15	-0.05	0.15	-0.05	-0.23	0.16
Sr	0.03	0.64	-0.18	-0.15	-0.17	-0.11	0.52	0.19	-0.07	0.09	0.15	-0.11
Ti	-0.02	0.76	-0.18	-0.05	0.04	0.02	0.39	0.09	-0.10	0.09	0.11	-0.19
SO_4^{2-}	-0.15	-0.09	0.88	-0.13	-0.07	-0.03	-0.09	-0.07	-0.01	-0.05	-0.03	0.02
NO_3^-	-0.20	-0.06	0.12	-0.05	0.55	-0.02	-0.13	0.07	-0.18	0.02	0.51	-0.32
CL^-	0.14	-0.04	-0.15	0.20	-0.01	0.04	0.01	-0.14	0.03	-0.05	0.82	0.09
NH_4^+	-0.26	-0.16	0.86	0.01	0.13	-0.09	-0.06	-0.01	-0.13	-0.02	-0.05	0.05
Na^+	0.18	0.43	-0.02	-0.28	-0.25	0.03	-0.11	0.04	0.22	-0.09	0.53	0.09
K^+	-0.14	-0.11	0.07	0.15	0.81	0.06	-0.03	0.10	0.04	0.00	0.04	-0.08
Mg^{2+}	-0.14	0.05	0.20	-0.07	-0.36	-0.10	-0.10	0.23	-0.14	0.09	0.16	0.67
NAP	-0.01	0.02	-0.02	-0.12	-0.13	0.02	-0.08	0.07	0.88	0.06	0.04	-0.04
ACE	0.05	-0.08	-0.07	0.12	-0.13	-0.02	0.05	-0.11	-0.11	0.79	0.01	0.05
FLU	0.14	0.10	0.03	0.04	0.14	-0.04	-0.01	-0.03	0.19	0.83	-0.08	-0.02
FLA	0.11	-0.02	0.60	0.63	-0.11	-0.02	0.10	0.17	0.24	0.09	-0.05	-0.03
PYR	0.07	0.00	0.50	0.70	-0.08	-0.05	0.02	0.17	0.31	0.04	-0.06	-0.08
BAA	0.14	-0.05	-0.15	0.83	0.21	-0.10	-0.02	-0.14	-0.19	0.06	0.09	0.09
CHR	0.05	-0.08	-0.12	0.84	0.25	-0.07	-0.06	-0.05	-0.21	0.12	0.07	-0.04
BBF	0.65	0.11	-0.04	0.41	-0.25	-0.02	-0.20	-0.05	-0.07	-0.17	0.05	-0.10
BKF	0.66	0.15	-0.03	0.36	0.08	0.03	-0.19	0.06	-0.23	-0.05	0.08	-0.28
BAP	0.89	-0.01	-0.14	0.08	-0.01	-0.07	-0.03	-0.08	-0.11	0.11	-0.01	0.06
IND	0.90	-0.07	-0.12	-0.13	-0.11	-0.08	0.09	-0.05	0.01	0.14	0.01	0.04
DBA	0.87	-0.13	-0.07	0.12	-0.16	-0.01	0.05	0.06	0.16	0.00	0.10	-0.13
BPER	0.93	-0.07	-0.10	-0.05	-0.13	-0.04	0.02	0.01	0.13	0.09	0.04	0.06
% cumulative variance	13.08	24.85	33.25	41.58	49.48	55.50	61.26	66.33	70.75	75.07	79.29	82.63
estimated sources	gasoline vehicle	road dust	secondary	diesel vehicle	vegetative burning	paint-repair	fertilizer + pesticide	vehicle-repair	high napthalene	high ace and flu	high Na and Cl	high mg

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จุดเก็บตัวอย่าง
เขตอุตสาหกรรม
ศูนย์ ถอ บัตรประชาชน
สี ทม ร้านสะดวกซื้อ
บ่งบุ่น
ร้านอาหาร
ตลาด
ก่อสร้าง
โรงเรียน
SiamGeo

จากตารางที่ 3.18 เห็นได้ว่า PC2 ถือเป็นองค์ประกอบหลักที่มีอิทธิพลในการเพิ่มความเข้มข้น Al, Mg, Mn, Si, Sr และ Ti ใน PM_{10} เนื่องจาก Al และ Si มีปริมาณสูงในดิน ส่วน Mg, Mn และ Ti จัดได้ว่าเป็นสารที่พบมากในฝุ่นจากการสึกหรอของอุปกรณ์เบรค และ Sr พบมากในฝุ่นจากการสึกหรอของยางรถ (ดูตารางที่ 3.12) จึงพอจะกล่าวโดยรวมได้ว่า PC2 คือฝุ่นถนนซึ่งประกอบไปด้วยดิน และอนุภาคที่หลุดลอกออกมาจากอุปกรณ์เบรคและยางรถที่ผสมรวมกันอยู่และลอยฟุ้งขึ้นไปในอากาศ (re-suspended road dust)

ค่าสัมประสิทธิ์ที่สูงของ NH_4^+, SO_4^{2-} และ Pb ใน PC3 ชี้ให้เห็นว่า PC3 เป็นฝุ่นทุติยภูมิ (secondary particulate matters) ที่มีตะกั่วผสมอยู่ โดย SO_4^{2-} และ NH_4^+ นั้นคาดว่าเกิดจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในยานพาหนะทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียในอากาศทำให้เกิดเป็นแอมโมเนียมซัลเฟต (ของแข็ง) ซึ่ง พบได้โดยทั่วไปในฝุ่นที่เก็บจากอากาศในเมืองใหญ่ (A. Alastuey และคณะ 2004) ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง NH_4^+ และ SO_4^{2-} ในข้อมูลทั้งหมดแล้วก็พบว่ามีค่าสูง ($r = 0.84$ ที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 99%) สอดคล้องกับการตีความหมายในข้างต้น

ส่วน PC4 พบว่ามีอิทธิพลในการเพิ่มความเข้มข้นของ fluoranthrene, pyrene, benzo(a)anthracene และ chrysene ใน PM_{10} จากตารางที่ 3.13 เห็นได้ว่า สาร PAHs ต่าง ๆข้างต้นนั้นนอกจากจะพบมากในไอเสียรถน้ำมันเบนซินแล้วยังมีมากเป็นอันดับสองในไอเสียรถน้ำมันดีเซล รวมทั้งการเผา fuel oil จึงระบุได้ว่า PC3 คือฝุ่นจากท่อไอเสียรถน้ำมันดีเซล (diesel vehicle exhaust)

PC5 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ของ K, K^+ และ NO_3^- สูง เมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 3.12 แล้วว่ากล่าวได้ว่า PC5 เป็นฝุ่นจากการเผาพืช นอกจากนี้การที่ PC5 มีค่าสัมประสิทธิ์ของ PM10 สูงบ่งบอกเป็นนัยว่า PM10 ส่วนใหญ่บริเวณที่ว่าการอำภอสารภีนั้นมาจากการเผาพืช (vegetative burning)

สัมประสิทธิ์ของ Cu และ P มีค่าสูงใน PC6 และเมื่อทดลองคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Cu และ P ของข้อมูลทั้งหมดแล้วพบว่า Cu และ P มีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจนและมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 99% ($r = 0.98$) ชี้ให้เห็นว่า Cu และ P น่าจะมาจากแหล่งกำเนิดชนิดเดียวกัน ประกอบกับในรูปที่ 3.23 พบว่าที่บริเวณรอบ ๆ จุดเก็บตัวอย่างมีโรงซ่อมรถ จึงสันนิษฐานได้ว่า Cu และ P ในที่นี้คือส่วนประกอบของโลหะผสม cupper-phosphorus alloys ซึ่งถูกขัดออกจนกลายเป็นฝุ่นในกระบวนการเคาะและพ่นสีรถของโรงซ่อมรถแล้วถูกพัดพามายังจุดเก็บตัวอย่าง สรุปได้ว่า PC6 แสดงถึงอนุภาคฝุ่นจากการเคาะและพ่นสีรถ (vehicle paint - repair particulate matters)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กรณีของ PC7 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ของ As และ Cd สูง ชี้ให้เห็นว่าเป็นฝุ่นจากแหล่งกำเนิดที่ให้สารทั้งสองชนิดดังกล่าวสูง (high As and Cd source) ทั้งนี้ ถึงแม้ว่า As และ Cd พบมากในไอเสียเครื่องบินเจ็ท (จากตารางที่ 3.12) แต่คณะผู้วิจัยเห็นว่ายังไม่ควรระบุว่า PC7 เป็นฝุ่นจากไอเสียเครื่องบินเจ็ทเนื่องจากยังหาเหตุผลไม่ได้ว่าทำไมเฉพาะที่สารภีจึงได้รับอิทธิพลจากไอเสียเครื่องบินเจ็ท

PC8 มีค่าสัมประสิทธิ์ของ Cr และ Fe สูง เนื่องจาก Cr มีมากในสีทาถนน ส่วน Fe นั้นพบมากในฝุ่นจากการสึกหรอของเบรค (ตารางที่ 3.12) นอกจากนี้ยังพบว่าที่บริเวณรอบ ๆ จุดเก็บตัวอย่างมีร้านซ่อมรถตั้งอยู่ (รูปที่ 3.23) จึงคาดว่า PC8 คือฝุ่นจากร้านซ่อมรถ (vehicle-repair particulate matters)

นอกจากนี้ในตารางที่ 3.18 พบว่า สัมประสิทธิ์ของ naphthalene ใน PC9 สัมประสิทธิ์ของ acenaphthalene และ fluorene ใน PC10 สัมประสิทธิ์ของ mg ใน PC12 มีค่าสูง (PC9 : high naphthalene source, PC10 : sources with high emission of acenaphthalene or fluorene, PC12 : high mg source) แสดงให้เห็นเพียงว่า PC9, PC10 และ PC12 เป็นฝุ่นจากแหล่งกำเนิดที่ให้สารต่างๆเหล่านั้นสูง แต่จากผลงานวิจัยนี้ยังไม่สามารถระบุชื่อแน่ชัดลงไปได้

สำหรับ PC11 นั้นพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ของ Na^+ และ Cl^- สูง ทำให้จินตนาการถึงอนุภาคเกลือทะเล เนื่องจากจังหวัดเชียงใหม่ไม่ได้อยู่ติดทะเล อาจเป็นไปได้ว่า PC11 คืออนุภาคที่ถูกพัดมามาจากทางไกล (long-distance transported particulate matters) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Na^+ และ Cl^- ในข้อมูลทั้งหมดแล้วพบว่ามีค่าต่ำ ($r = 0.27$ ที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 99%) จึงระบุได้ในที่นี้เพียงว่า PC11 คืออนุภาคมาจากแหล่งกำเนิดที่ให้ Na สูง และแหล่งกำเนิดที่ให้ Cl^- สูง (high Na^+ source and high Cl^- source)

ในขั้นต่อไป คณะผู้วิจัยได้คำนวณ PC zero score ขึ้นมาตามวิธี absolute principal component (Thurston and Spengler, 1985) แล้วนำ PC zero score ไปลบออกจาก PC score ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้างต้นเพื่อให้ได้ APC score (absolute principal component score) ของแต่ละข้อมูล จากนั้นจึงนำ APC score ไปหาความสัมพันธ์กับข้อมูลความเข้มข้น PM10 ที่สำรวจได้จริงโดยใช้สมการถดถอยพหูคูณ (multiple regression analysis, stepwise) ในโปรแกรม SPSS version10.0 (ดูรายละเอียดของวิธีการคำนวณในบทที่ 2) ผลปรากฏว่าสามารถแสดงค่าความเข้มข้น PM_{10} ได้ในรูปสมการดังต่อไปนี้ ($r^2 = 0.766$) โดย PM_{10} คือ ความเข้มข้น PM_{10} (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และ APC คือ absolute principal component score ขององค์ประกอบหลักแต่ละชนิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$PM10 = 0.03114 - (0.02099)\ APC5 - (0.01168)\ APC9 - (0.0154)\ APC1 - (0.00628)\ APC6 + (0.00570)\ APC4 \quad \text{..... (3.5-3)}$$

เมื่อแทนค่า APC score สำหรับข้อมูลแต่ละข้อมูลลงในสมการดังกล่าวและหาผลรวมของพจน์แต่ละพจน์แยกตามฤดูแล้วพบว่าได้ผลดังตารางที่ 3.19

ตารางที่ 3.19 ปริมาณ PM_{10} จากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ บริเวณที่ว่าการอำเภอสารภี

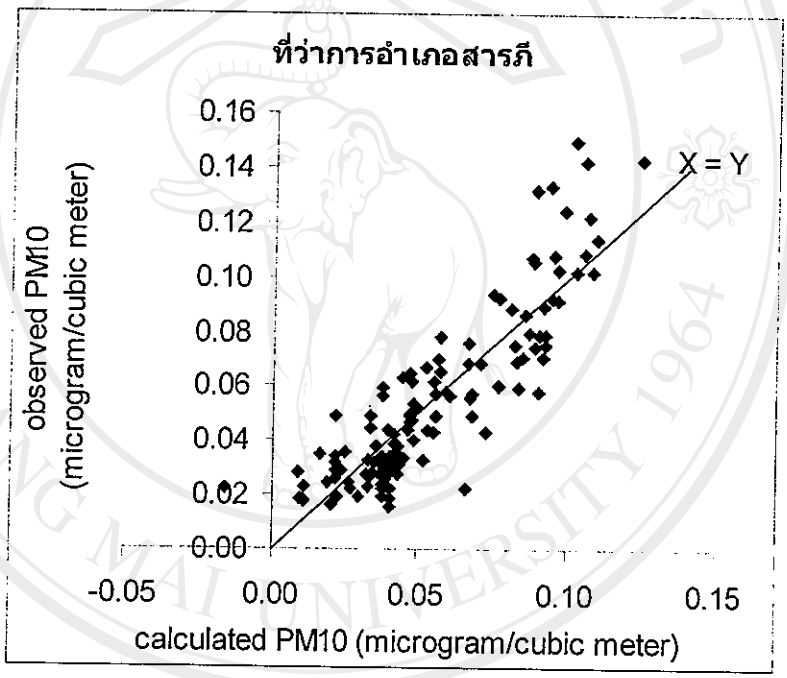
ฤดู	หน่วย	ค่าคงที่	APC5	APC9	APC1	APC6	APC4
			vegetative burning	high napthalene	gasoline vehicle exhaust	paint-repairing	diesel vehicle exhaust
ฝน	$\mu g/m^3$	1.401	1.219	0.038	-1.127	-0.195	0.188
	% contribution	49	43	1	-	-	7
เปลี่ยนจากฝนเป็นแล้ง	$\mu g/m^3$	0.623	0.737	0.025	-0.327	-0.036	0.046
	% contribution	44	51	2	-	-	3
แล้ง	$\mu g/m^3$	1.246	2.424	0.117	-0.631	-0.121	0.378
	% contribution	30	58	3	-	-	9
เปลี่ยนจากแล้งเป็นฝน	$\mu g/m^3$s	0.654	0.882	-0.209	-0.448	-0.095	0.085
	% contribution	40	54	-	-	-	6

จากตารางเห็นได้ว่าความเข้มข้น PM_{10} บริเวณที่ว่าการอำเภอสารภีนั้น 43-62% มาจากการเผาพืช 3-9% มาจากไอเสียรถน้ำมันดีเซล 0-3% มาจากแหล่งกำเนิดที่ให้ naphthalene สูง และ 30-49% เป็นค่าคงที่ตลอดปีของบริเวณซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลาย ๆ ชนิดรวม ๆ กัน ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้น PM_{10} บริเวณที่ว่าการอำเภอสารภีอาจลดลงถึงกว่า 40% หากประสบความสำเร็จในการรณรงค์ลดการเผาพืช อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่า 30-49% ของความเข้มข้น PM_{10} นั้นเป็นส่วนที่ลอยคงที่อยู่ในอากาศ ถึงแม้จะประสบความสำเร็จในการลดการเผาพืชก็ไม่แน่ว่าจะสามารถลดปริมาณ PM_{10} คงที่ดังกล่าวในอากาศได้ ทั้งนี้ สำหรับค่าที่เป็นลบของพจน์ APC9, APC1และ APC6 นั้น สามารถอธิบายได้ด้วยความไม่เสถียรของอากาศดังที่ได้กล่าวไว้ก่อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หน้านี้ กล่าวคือการปนเปื้อนของฝุ่นจากแหล่งกำเนิดต่างๆดังกล่าวมีน้อยมากเมื่อเทียบกับฝุ่นที่ลอยคงที่อยู่ในอากาศหรือฝุ่นจากการเผาพืช เมื่อใดที่มีการปนเปื้อนของฝุ่นจากแหล่งกำเนิดดังกล่าว แสดงว่าขณะนั้นอากาศอยู่ในสภาพไม่เสถียร ฝุ่นจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ดังกล่าวรวมทั้งฝุ่นที่ลอยคงที่อยู่ในอากาศและฝุ่นจากการเผาพืชจึงสามารถแพร่กระจายสู่บรรยากาศเบื้องบนได้ดีขึ้น มีผลทำให้ความเข้มข้น PM_{10} โดยรวมลดลง

เมื่อแทนค่า APC score ลงในสมการแล้วนำผลมาสร้าง Q-Q plot (รูปที่ 3.24) พบว่าสมการข้างต้นมีความแม่นยำพอสมควรในการคาดคะเนความเข้มข้น PM_{10} ดังจะเห็นได้จากการที่จุดต่าง ๆ อยู่ในแนวของเส้นตรง X = Y



รูปที่ 3.24 Q-Q กราฟของสมการวิเคราะห์แหล่งกำเนิด PM_{10} บริเวณที่ว่าการอำเภอสารภี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4) สถานีตรวจวัดชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูน

ในการระบุชนิดแหล่งกำเนิดนั้น ได้พิจารณาจากผลของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (ตารางที่ 3.20) ควบคู่ไปกับผลการสำรวจตำแหน่งเกิดมลพิษที่เป็นไปได้รอบ ๆ สถานีตรวจวัดชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูน (รูปที่ 3.25) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วิเคราะห์องค์ประกอบหลักได้ทั้งหมด 13 ชนิด (PC1-PC13) ซึ่งสามารถอธิบายค่าความแปรปรวนของข้อมูลดิบ (% cumulative variance) ได้ 82% ค่าสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบหลักแต่ละตัว (PC loading) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.18 ทั้งนี้สารเคมีที่อยู่แถวเดียวกับตัวเลขที่แรเงาไว้ในตารางคือสารเคมีที่จัดเป็นลักษณะเด่นของ PCนั้น ๆ เนื่องจากมีค่า PC loading สูงกว่าสารชนิดอื่น (ดูค่าตามแนวนอนของตาราง)

จากค่าสัมประสิทธิ์ในตารางที่ 3.20 กล่าวได้ว่า PC1 เป็นองค์ประกอบหลักที่มีอิทธิพลในการเพิ่มความเข้มข้น benzo(a)pyrene, indeno[1,2,3-cd]pyrene, dibenzo(a,h)anthracene, benzo[ghi]perylene และ TC ใน PM_{10}จากตารางที่ 3.13 พบว่าสาร PAHs ต่าง ๆ ข้างต้นมีมากในการเผา fuel oil และไอเสียรถน้ำมันเบนซินแบบไม่ติดตั้ง catalyst จึงกล่าวได้ว่า PC1 แสดงถึงฝุ่นจากท่อไอเสียรถน้ำมันเบนซินแบบไม่ติดตั้ง catalyst (non-catalyst gasoline vehicle exhaust)

จากตารางที่ 3.20 เห็นได้ว่า PC2 เป็นองค์ประกอบหลักที่มีอิทธิพลในการเพิ่มความเข้มข้น Pb, Cl^-, fluoranthrene, pyrene, benzo(b)fluoranthene และ benzo(k)fluoranthene ใน PM_{10} เนื่องจาก Pb พบมากจากการเผาขยะเป็นอันดับสองรองจากสีทาถนน Cl- พบมากในการเผาขยะเกษตรกรรม (ดูตารางที่ 3.12) ส่วน PAHs ต่าง ๆ ข้างต้นนั้นแสดงถึงการเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์ของสารอินทรีย์ จึงพอจะกล่าวโดยรวมได้ว่า PC2 คือฝุ่นจากการเผาขยะต่าง ๆ (solid waste burning)

ส่วน PC3 พบว่ามีอิทธิพลในการเพิ่มความเข้มข้นของ Ba, Ca, Fe, Mg, Mn และ Si ใน PM_{10} จากตารางที่ 3.12 เห็นได้ว่า Ba, Fe, Mg และ Mn พบมากในฝุ่นจากการสึกหรอของอุปกรณ์เบรค Ca พบมากในสีทาถนน ส่วน Si นั้นมีมากในดิน จึงกล่าวได้ว่า PC3 คือฝุ่นถนนซึ่งประกอบด้วยฝุ่นจากการสึกหรอของอุปกรณ์เบรคและสีทาถนนผสมรวมกันอยู่กับดินและลอยฟุ้งขึ้นไปในอากาศ (re-suspended road dust)

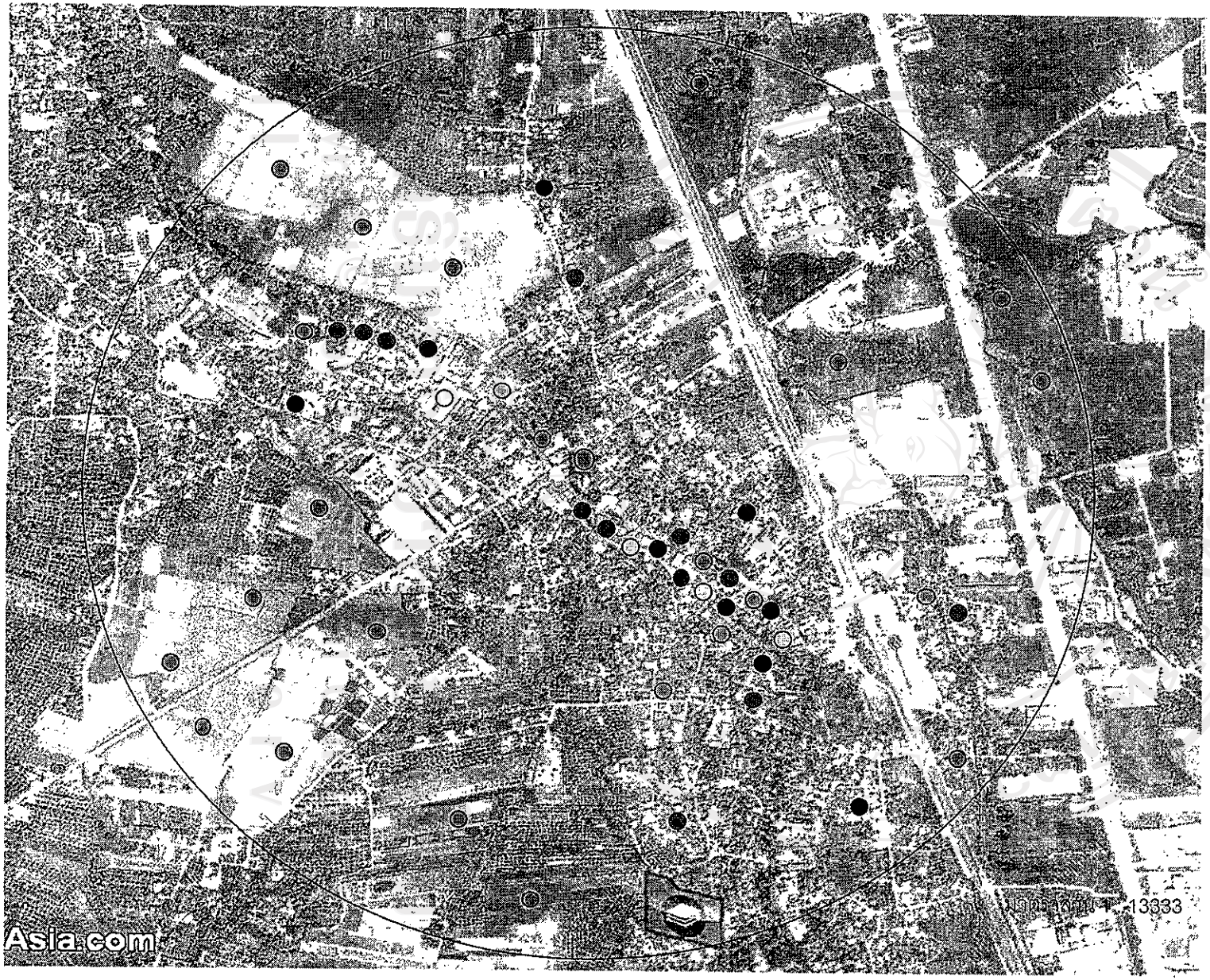
สำหรับ PC4 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ของ Cd, As, Mn, Sr และ Ti สูง เนื่องจาก Cd และ As มีมากในไอเสียเครื่องบินเจ็ท Mn และ Ti จัดได้ว่าเป็นสารที่พบมากในฝุ่นจากการสึกหรอของอุปกรณ์เบรค ส่วน Sr พบมากในฝุ่นจากการสึกหรอของยางรถจึงสันนิษฐานได้ว่า PC4 คือ (ซึ่งประกอบด้วยฝุ่นในไอเสียยานพาหนะ ฝุ่นจากการสึกหรอของอุปกรณ์เบรคและยางรถที่ลอยอยู่ในอากาศโดยมิได้ผสมรวมกับดิน (traffic dust)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.20 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักบริเวณชุมชนไก่แก้ว

pollutant	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12	PC13
PM10	-0.39	-0.22	-0.19	-0.08	0.38	-0.05	0.52	-0.12	-0.08	0.05	0.00	-0.18	0.27
AS	-0.08	0.01	-0.09	0.86	0.02	-0.03	0.12	-0.08	0.08	-0.02	-0.03	0.10	-0.07
BA	0.11	0.00	0.52	0.30	0.06	-0.02	0.06	-0.04	0.05	0.56	0.06	0.01	0.08
CA	-0.03	0.03	0.74	0.05	-0.08	-0.19	0.22	-0.05	0.03	0.20	-0.03	0.12	-0.07
CD	0.04	-0.01	-0.14	0.93	-0.04	0.04	0.05	-0.06	0.00	-0.05	-0.03	0.05	-0.10
CR	-0.07	0.07	0.15	-0.01	-0.04	-0.06	0.10	-0.05	0.84	-0.02	0.40	0.08	0.06
CU	0.11	0.15	0.15	-0.06	-0.14	-0.11	-0.03	0.90	-0.07	0.03	-0.03	-0.03	-0.05
FE	-0.39	0.05	0.51	0.11	-0.01	-0.15	0.19	0.13	0.44	0.02	0.19	0.14	0.14
HG	0.21	0.02	-0.05	-0.08	-0.06	0.10	-0.13	-0.07	0.86	0.13	-0.13	-0.15	-0.03
K	-0.10	0.12	0.35	0.15	0.07	-0.03	0.79	-0.02	0.02	-0.01	0.00	-0.12	0.10
MG	0.03	0.01	0.89	0.00	-0.06	0.03	-0.11	0.05	0.00	-0.04	-0.06	-0.08	0.03
MN	-0.25	0.06	0.48	0.49	0.00	0.29	0.28	0.00	-0.13	0.19	0.02	-0.12	0.02
P	0.00	-0.05	-0.12	-0.01	0.03	0.00	-0.08	0.95	-0.01	0.01	0.00	0.01	0.06
PB	-0.07	0.72	0.10	0.03	-0.15	0.33	0.17	-0.05	0.03	-0.13	-0.08	-0.22	-0.04
SI	0.11	0.19	0.67	0.00	0.04	0.25	-0.01	-0.04	0.10	-0.25	0.35	-0.01	0.08
SR	0.19	-0.05	0.34	0.74	-0.15	-0.17	-0.03	0.02	-0.09	0.16	0.09	-0.11	0.13
TI	-0.08	-0.01	0.39	0.74	0.00	-0.12	-0.01	0.09	-0.10	-0.01	-0.04	-0.20	0.14
ZN	0.07	-0.01	0.07	-0.02	0.03	-0.03	-0.05	-0.01	0.12	-0.07	0.91	-0.01	-0.06
SO42	-0.09	0.01	0.01	-0.02	-0.08	0.90	-0.08	-0.04	0.04	-0.01	-0.08	0.06	0.06
NO3	-0.08	-0.04	0.06	0.00	0.03	0.15	0.24	-0.03	0.04	0.01	-0.04	0.12	0.84
CL	0.01	0.64	0.05	0.02	0.06	-0.10	-0.02	0.23	0.01	-0.21	-0.12	0.02	0.50
NH4	-0.23	-0.02	-0.06	-0.10	0.06	0.90	0.14	-0.06	-0.01	0.00	0.00	0.06	0.07
KK	-0.09	0.13	-0.06	0.07	0.26	0.10	0.86	-0.08	-0.01	0.00	-0.02	0.02	0.13
NAP	0.10	-0.15	0.33	0.01	-0.18	0.13	-0.15	0.31	0.04	-0.31	-0.13	0.45	-0.26
ACY	0.45	0.01	-0.03	-0.04	-0.30	-0.12	0.13	-0.08	0.02	0.39	0.51	-0.08	-0.01
ACE	0.23	0.05	-0.01	-0.04	0.14	0.05	-0.06	0.06	0.08	0.79	-0.08	0.09	-0.06
PHE	0.02	0.02	-0.05	-0.04	0.05	0.07	-0.08	-0.05	-0.04	0.09	-0.01	0.84	0.15
FLA	0.04	0.75	0.01	0.02	0.08	0.32	0.08	-0.05	-0.03	0.12	0.21	0.31	-0.15
PYR	0.10	0.53	0.12	-0.09	0.17	0.43	0.12	-0.01	-0.04	0.18	0.17	0.38	-0.20
BAA	0.15	0.06	-0.05	0.00	0.91	0.01	0.14	-0.04	-0.04	0.06	-0.01	0.01	0.01
CHR	0.13	0.08	-0.06	-0.09	0.89	0.00	0.16	-0.07	-0.05	0.07	-0.02	0.06	0.01
BBF	0.23	0.61	0.07	-0.15	0.26	-0.12	-0.43	0.07	0.00	0.17	-0.03	-0.03	0.06
BKF	0.17	0.71	0.11	-0.03	0.29	-0.19	-0.13	0.14	-0.06	0.28	0.06	-0.13	0.18
BAP	0.72	-0.02	0.06	-0.02	0.52	-0.07	0.00	0.02	0.03	0.07	0.08	-0.06	0.06
IND	0.94	0.02	0.00	-0.01	-0.01	-0.09	-0.03	-0.02	0.04	0.06	0.09	-0.05	-0.02
DBA	0.74	0.23	-0.03	0.07	0.13	-0.12	-0.17	0.12	-0.02	0.06	-0.08	0.18	-0.05
BPER	0.92	0.05	0.00	-0.05	0.09	-0.10	-0.11	0.06	0.06	0.15	0.08	0.02	-0.05
TC	0.06	0.83	-0.06	0.02	-0.10	-0.19	0.17	-0.03	0.14	-0.06	-0.05	0.02	-0.07
% cumulative variance	9.96	19.40	27.95	36.22	43.00	49.57	55.79	61.07	65.70	70.04	74.23	78.12	81.76
estimated sources	non catalyst gasoline vehicle	solid waste burning	road dust	traffic dust	cooking	secondary	vegetative burning	vehicle-paint reparing	vehicle-reparing	high Ba and ace	high Zn	high nap and phe	high NO_3^-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3.25 ตำแหน่งเกิดมลพิษที่เป็นไปได้รอบ ๆ สถานีตรวจวัดชมเชยไก่แก้ว

ในกรณี PC5 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ของ benzo(a)anthracene และ chrysene สูง ถึงแม้ว่าตารางที่ 3.13 จะบ่งบอกว่า benzo(a)anthracene และ chrysene มีมากในไอเสียรถน้ำมันเบนซินแบบติดตั้ง catalyst เป็นอันดับ 1 ฝุ่นจากการเผาไหม้น้ำมันเป็นอันดับสอง แต่ในการสำรวจบริเวณพบว่าใกล้ ๆ จุดเก็บตัวอย่างมีร้านขายอาหารปิ้งย่างซึ่งปล่อยควันออกมาเกือบทุกวันในเวลาอาหาร ประกอบกับสาร PAHs นั้นแสดงให้เห็นถึงการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของสารอินทรีย์อยู่แล้ว คณะผู้วิจัยจึงลงความเห็นว่า PC5 นี้เป็นฝุ่นจากการทำอาหาร (cooking particulate matter)

ค่าสัมประสิทธิ์ที่สูงของ NH_4^+, SO_4^{2-} และ Pb ใน PC6 ชี้ให้เห็นว่า PC3 เป็นฝุ่นทุติยภูมิ (secondary particulate matters) ที่มีตะกั่วผสมอยู่ โดย SO_4^{2-} และ NH_4^+ นั้นคาดว่าเกิดจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในยานพาหนะทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียในอากาศทำให้เกิดเป็นแอมโมเนียมซัลเฟต (ของแข็ง) ซึ่ง พบได้โดยทั่วไปในฝุ่นที่เก็บจากอากาศในเมืองใหญ่ (A. Alastuey และคณะ 2004) ทั้งนี้เมื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง NH_4^+ และ SO_4^{2-} ในข้อมูลทั้งหมดแล้วก็พบว่ามีค่าสูง ($r = 0.79$ ที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 99%) สอดคล้องกับการตีความหมายในข้างต้น

ส่วน PC7 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ของ K, K^+ สูง เมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 3.12 แล้วว่ากล่าวได้ว่า PC7 เป็นฝุ่นจากการเผาพืช นอกจากนี้การที่ PC7 มีค่าสัมประสิทธิ์ของ PM10 สูง บ่งบอกเป็นนัยว่า PM10 ส่วนใหญ่บริเวณชุมชนไก่แก้วนั้นมาจากการเผาพืช (vegetative burning)

สัมประสิทธิ์ของ Cu และ P มีค่าสูงใน PC8 และเมื่อทดลองคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Cu และ P ของข้อมูลทั้งหมดแล้วพบว่า Cu และ P มีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจนและมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 99% ($r = 0.79$) ชี้ให้เห็นว่า Cu และ P น่าจะมาจากแหล่งกำเนิดชนิดเดียวกัน ประกอบกับในรูปที่ 3.25 พบว่าที่บริเวณรอบ ๆ จุดเก็บตัวอย่างมีโรงซ่อมรถ จึงสันนิษฐานได้ว่า Cu และ P ในที่นี้คือส่วนประกอบของโลหะผสม cupper-phosphorus alloys ซึ่งถูกขัดออกจนกลายเป็นฝุ่นในกระบวนการเคาะและพ่นสีรถของโรงซ่อมรถแล้วถูกพัดพามายังจุดเก็บตัวอย่าง สรุปได้ว่า PC8 แสดงถึงอนุภาคฝุ่นจากการเคาะและพ่นสีรถ (vehicle paint - repairing particulate matters)

PC9 มีค่าสัมประสิทธิ์ของ Cr และ Fe สูง เนื่องจาก Cr มีมากในสีทาถนน ส่วน Fe นั้นพบมากในฝุ่นจากการสึกหรอของเบรค (ตารางที่ 3.12) นอกจากนี้ยังพบว่าที่บริเวณรอบ ๆ จุดเก็บตัวอย่างมีร้านซ่อมรถตั้งอยู่ (รูปที่ 3.25) จึงคาดว่า PC9 คือฝุ่นจากร้านซ่อมรถ (vehicle-repairing particulate matters)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนี้ในตารางที่ 3.20 พบว่า สัมประสิทธิ์ของ Ba และ acenapthene ใน PC10 สัมประสิทธิ์ของ Zn ใน PC11 สัมประสิทธิ์ของ naphthalene ใน PC12 และสัมประสิทธิ์ของ NO_3^- ใน PC13 มีค่าสูง (PC10 : high Ba and acenapthene source, PC11 : high Zn source, PC12 : high naphthalene source, PC13 : high NO_3^- source) ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นเพียงว่า PC10 - PC13 เป็นฝุ่นจากแหล่งกำเนิดที่ให้สารต่าง ๆ เหล่านั้นสูง แต่จากผลงานวิจัยนี้ยังไม่สามารถระบุชื่อแน่ชัดลงไปได้

ในขั้นต่อไป คณะผู้วิจัยได้คำนวณ PC zero score ขึ้นมาตามวิธี absolute principal component (Thurston and Spengler, 1985) แล้วนำ PC zero score ไปลบออกจาก PC score ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้างต้นเพื่อให้ได้ APC score (absolute principal component score) ของแต่ละข้อมูล จากนั้นจึงนำ APC score ไปหาความสัมพันธ์กับข้อมูลความเข้มข้น PM10 ที่สำรวจได้จริงโดยใช้สมการถดถอยพหูคูณ (multiple regression analysis, stepwise) ในโปรแกรม SPSS version10.0 (ดูรายละเอียดของวิธีการคำนวณในบทที่ 2) ผลปรากฏว่าสามารถแสดงค่าความเข้มข้น PM_{10} ได้ในรูปสมการดังต่อไปนี้ ($r^2 = 0.765$) โดย PM_{10} คือ ความเข้มข้น PM_{10} (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และ APC คือ absolute principal component score ขององค์ประกอบหลักแต่ละชนิด

$$\begin{aligned} PM10 = {} & 0.03634 + (0.0151)\,APC7 - (0.0114)\,APC1 + (0.0111)\,APC5 \\ & + (0.0080)\,APC13 - (0.0064)\,APC2 - (0.0055)\,APC3 - (0.0052)\,APC12 \\ & - (0.0036)\,APC8 \end{aligned} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.5\text{-}4)$$

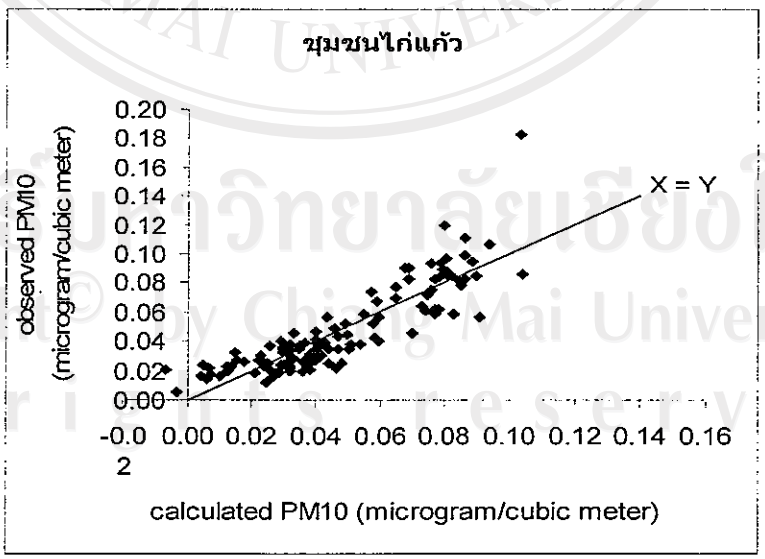
เมื่อแทนค่า APC score สำหรับข้อมูลแต่ละข้อมูลลงในสมการดังกล่าวและหาผลรวมของพจน์แต่ละพจน์แยกตามฤดูแล้วพบว่าได้ผลดังตารางที่ 3.21 จากตารางเห็นได้ว่าความเข้มข้น PM_{10} บริเวณชุมชนไก่แก้วนั้น 33-40% มาจากการเผาพืช 7-17% มาจากไอเสียรถน้ำมันเบนซินแบบติดตั้ง catalyst 7-11% มาจากแหล่งกำเนิดที่ให้ NO_3^- สูง 0-3% ส่วนที่เหลืออีก 32-48% เป็นค่าคงที่ตลอดปีของบริเวณซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลาย ๆ ชนิดรวม ๆ กัน ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้น PM_{10} บริเวณชุมชนไก่แก้วนั้น อาจลดลงถึงกว่า 30% หากประสบความสำเร็จในการรณรงค์ลดการเผาพืช สำหรับ 32-48% ของความเข้มข้น PM_{10} นั้นเป็นส่วนที่ลอยคงที่อยู่ในอากาศ ถึงแม้จะประสบความสำเร็จในการลดการเผาพืช ก็ไม่แน่ว่าจะสามารถลดปริมาณ PM_{10} ส่วนนี้ได้ อย่างไรก็ตาม เป็นที่น่าสังเกตว่ามีแหล่งกำเนิดที่ยังระบุชื่อไม่ได้ปล่อย NO_3^- ในปริมาณสูงและมีอิทธิพลต่อความเข้มข้น PM_{10} คิดเป็นสัดส่วนได้กว่า 7% ทั้งนี้ สำหรับค่าที่เป็นลบของพจน์ APC1, APC2, APC3, APC12และ APC8 นั้น สามารถอธิบายได้ด้วยความไม่เสถียรของอากาศดังที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้านี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.21 ปริมาณ PM_{10} จากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ บริเวณชุมชนไก่แก้ว

ฤดู	หน่วย	ค่าคงที่	APC7	APC1	APC5	APC13	APC2	APC3	APC12	APC8
			vegetative burning	non catalyst gasoline vehicle exhaust	cooking particle	high NO_3^-	solid waste burning	road dust	high napthalene and phenanthrene	vehicle-paint reparing
ฝน	$\mu g/m^3$	1.635	1.146	-1.293	0.329	0.374	-0.365	-0.386	-0.053	-0.199
	% contribution	47	33	-	9	11	-	-	-	-
เปลี่ยนจากฝนเป็นแล้ง	$\mu g/m^3$	0.727	0.592	-0.489	0.218	0.154	-0.144	-0.143	-0.018	-0.038
	% contribution	43	35	-	13	9	-	-	-	-
แล้ง	$\mu g/m^3$	1.454	1.796	-0.693	0.764	0.503	-0.242	-0.305	-0.108	-0.125
	% contribution	32	40	-	17	11	-	-	-	-
เปลี่ยนจากแล้งเป็นฝน	$\mu g/m^3$	0.763	0.596	-0.411	0.111	0.114	-0.088	-0.140	-0.115	-0.066
	% contribution	48	38	-	7	7	-	-	-	-

เมื่อแทนค่า APC score ลงในสมการแล้วนำผลมาสร้าง Q-Q plot (รูปที่ 3.26) พบว่าสมการข้างต้นมีความแม่นยำพอสมควรในการคาดคะเนความเข้มข้น PM_{10} ดังจะเห็นได้จากการที่จุดต่าง ๆ อยู่ในแนวของเส้นตรง X = Y



รูปที่ 3.26 Q-Q กราฟของสมการวิเคราะห์แหล่งกำเนิด PM_{10} บริเวณชุมชนไก่แก้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการวิเคราะห์แหล่งกำเนิดของทั้งสี่สถานีเก็บอากาศสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 3.22 เห็นได้ว่าแหล่งกำเนิดหลักของ PM_{10} บริเวณจุดเก็บตัวอย่างของโครงการในทุกฤดูกาลนั้นส่วนหนึ่งมาจากการเผาพืชหรือขยะในที่โล่ง อีกส่วนหนึ่งเป็นส่วนที่ระบุชื่อแหล่งกำเนิดไม่ได้ (สัดส่วนของค่า $b_{0,i}$ ในสมการ (2.7-3) ซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลายชนิดรวม ๆ กันและมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดปี) นอกนั้นเป็นแหล่งกำเนิดปลีกย่อยต่างๆที่มีสัดส่วนการแจกแจงอยู่ในช่วง 3 – 20% เช่น ดิน ไอเสียจากรถน้ำมันดีเซล ฝุ่นจากการประกอบอาหาร ฝุ่นจากแหล่งกำเนิด naphthalene ฝุ่นจากแหล่งกำเนิด NO_3^- และฝุ่นทุติยภูมิ โดยพบว่าแหล่งกำเนิดปลีกย่อยต่างๆเหล่านี้เข้ามามีบทบาทมากในพื้นที่บริเวณอำเภอสารภีและชุมชนไก่แก้ว เมื่อย้อนไปดูผลของความเข้มข้น PM_{10} รายวัน ความเข้มข้น $PM_{2.5}$* และสัดส่วน $PM_{2.5}$*/ PM_{10}* แล้วสันนิษฐานได้ว่าฝุ่นขนาดเล็กบริเวณสองสถานีเก็บตัวอย่างดังกล่าวมาจากแหล่งกำเนิดปลีกย่อยต่าง ๆ เหล่านี้เอง

ตารางที่ 3.22 % PM10 contribution ของแหล่งกำเนิดสำหรับจุดเก็บตัวอย่างทั้งสี่

ฤดู	รร.ยุพราช	รพ.เทศบาล	อ.สารภี	ชุมชนไก่แก้ว
ฝน	เผาพืช 73 %	เผาพืช และขยะ 7 %	เผาพืช 43 %	เผาพืช 33 %
			ระบุไม่ได้ 49 %	ระบุไม่ได้ 47 %
	ระบุไม่ได้ 27 %	ระบุไม่ได้ 93 %	รถน้ำมันดีเซล 7 %	ทำอาหาร 9 %
			แหล่ง naphthalene 1%	แหล่ง NO_3^- 11%
ฝน →แล้ง	เผาพืช 75 %	เผาพืช และขยะ 7 %	เผาพืช 51 %	เผาพืช 35 %
			ระบุไม่ได้ 44 %	ระบุไม่ได้ 43 %
	ระบุไม่ได้ 25 %	ระบุไม่ได้ 93 %	รถน้ำมันดีเซล 3 %	ทำอาหาร 13 %
			แหล่ง naphthalene 2 %	แหล่ง NO_3^- 9 %
แล้ง	เผาพืช 82 %	เผาพืช และขยะ 6 %	เผาพืช 58 %	เผาพืช 40 %
		ระบุไม่ได้ 73 %	ระบุไม่ได้ 30 %	ระบุไม่ได้ 32 %
	ระบุไม่ได้ 18 %	ดิน 20 %	รถน้ำมันดีเซล 9 %	ทำอาหาร 17 %
		ทุติยภูมิ 1 %	แหล่ง naphthalene 3 %	แหล่ง NO_3^- 11%
แล้ง →ฝน	เผาพืช 76 %	เผาพืช และขยะ 7 %	เผาพืช 62 %	เผาพืช 38 %
		ทุติยภูมิ 3 %	ระบุไม่ได้ 40 %	ระบุไม่ได้ 48 %
	ระบุไม่ได้ 24 %	ระบุไม่ได้ 90 %	รถน้ำมันดีเซล 6 %	ทำอาหาร 7 %
				แหล่ง NO_3^- 7%

หมายเหตุ ส่วนที่ขีดเส้นใต้คือแหล่งกำเนิดที่มี % PM_{10} contribution สูงสุดในฤดูนั้นๆ และที่เขียนว่า "ระบุไม่ได้" นั้นคือสัดส่วนของค่าคงที่ในสมการถดถอยพหุคูณในตารางที่ 3.15, 3.17, 3.19 และ 3.21

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้นการลด ละ เลิกการเผาพืชและขยะในที่โล่งทุกฤดูกาล และการป้องกันไฟป่าจึงถือเป็นหัวใจสำคัญในการลดความเข้มข้น PM_{10} ในอากาศบริเวณจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน โดยเฉพาะในพื้นที่บริเวณอำเภอสารภีและชุมชนไก่แก้วนั้นสมควรเพิ่มการเฝ้าระวังฝุ่นจากแหล่งกำเนิดชนิดอื่น ๆ เช่น ไอเสียจากรถน้ำมันดีเซล ฝุ่นจากการประกอบอาหาร ฝุ่นจากแหล่งกำเนิด naphthalene และฝุ่นจากแหล่งกำเนิด NO_3^- ควบคู่ไปด้วย ทั้งนี้ ผลการคำนวณสัดส่วนการแจกแจงของแหล่งกำเนิด PM_{10} ดังกล่าวข้างต้นควรใช้เพื่อพิจารณามาตรการลดความเข้มข้น PM_{10} เป็นหลัก หากต้องการพิจารณามาตรการลดความเข้มข้นของสารมลพิษชนิดใดชนิดหนึ่งหรือกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งที่เป็นองค์ประกอบของ PM_{10} เช่น PAHs หรือ โลหะหนักอันตราย คณะผู้วิจัยเห็นว่าในขั้นตอนการคำนวณควรใช้ความเข้มข้นของสารนั้นๆมาหาความสัมพันธ์กับ APC score โดยตรงซึ่งอาจทำให้ได้ผลลัพธ์แตกต่างจากกรณีที่ได้นำเสนอไปข้างต้น

ตัวอย่างเช่นในกรณีที่ต้องการลดความเข้มข้นรวมของ PAHs 16 ชนิดใน PM_{10} การเลิกเผาพืชและป้องกันไฟป่าเท่านั้นยังไม่เพียงพอ จำเป็นจะต้องมีมาตรการลดจำนวนยานพาหนะบนถนนหรือปรับปรุงคุณภาพไอเสียยานพาหนะด้วยเนื่องจากพบว่า 32-87% ของ PAHs ใน PM_{10} บริเวณจุดเก็บตัวอย่างทั้งสี่มาจากไอเสียยานพาหนะ มีเพียงที่ว่าการอำเภอสารภีและชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูนนั้นที่พบว่า PAHs บางส่วน (30-51%) มาจากการเผาพืชด้วยดังดูรายละเอียดผลการคำนวณสัดส่วนการแจกแจงของแหล่งกำเนิด PAHs ใน PM_{10} ได้ในตารางที่ 3.23

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.23 % PAHs contribution ของแหล่งกำเนิดสำหรับจุดเก็บตัวอย่างทั้งสี่

ฤดู	รร.ยุพราช	รพ.เทศบาล	อ.สารภี	ชุมชนไก่แก้ว
ฝน	ระบุไม่ได้ 3 % ไอเสียรถเบนซิน 72 %	ระบุไม่ได้ 5 %	เผาพืช 30 %	ไอเสียรถเบนซินติด catalyst 28 %
	ไอเสียรถดีเซล 13%	ไอเสียรถเบนซินติด catalyst 52 %	ไอเสียรถเบนซิน 50 %	เผาพืช 40 %
	ฝุ่นถนน 6%	ไอเสียรถเบนซินไม่ติด catalyst 34 %	ไอเสียรถดีเซล 14 %	แหล่ง NO_3^- 18 %
	แหล่ง acenaphthylene 3%	แหล่ง napthalene + TC 5 %	แหล่ง naphthylene 1 %	ไอเสียรถเบนซินไม่ติด catalyst 14 %
	การเคาะพ่นสีรถ 3%	ดิน 1 %	แหล่ง acenaphthylene & fluorene 5 %	
	Long-range 3%	ฝุ่นถนน 3 %		
ฝน →แล้ง	ระบุไม่ได้ 5 % ไอเสียรถเบนซิน 65 %	ระบุไม่ได้ 7 %	เผาพืช 47 %	ไอเสียรถเบนซินติด catalyst 36 %
	ไอเสียรถดีเซล 18%	ไอเสียรถเบนซินติด catalyst 52 %	ไอเสียรถเบนซิน 37 %	เผาพืช 39 %
	ฝุ่นถนน 7%	ไอเสียรถเบนซินไม่ติด catalyst 31 %	ไอเสียรถดีเซล 9 %	แหล่ง NO_3^- 14 %
	แหล่ง acenaphthylene 3%	high napthalene + TC 6 %	แหล่ง naphthylene 2 %	ไอเสียรถเบนซินไม่ติด catalyst 10 %
	การเคาะพ่นสีรถ 4%	ดิน 1 %	แหล่ง acenaphthylene & fluorene 5 %	
	Long-range 4%	ฝุ่นถนน 4 %		

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.23 % PAHs contribution ของแหล่งกำเนิดสำหรับจุดเก็บตัวอย่างทั้งสี่ (ต่อ)

ฤดู	รร.ยุพราช	รพ.เทศบาล	อ.สารภี	ชุมชนไก่แก้ว
แล้ง	ระบุไม่ได้ 4 % ไอเสียรถเบนซิน 58 %	ระบุไม่ได้ 6 %	เผาพืช 48 %	ไอเสียรถเบนซินติด catalyst 41 %
	ไอเสียรถดีเซล 25%	ไอเสียรถเบนซินติด catalyst 33 %	ไอเสียรถเบนซิน 23 %	เผาพืช 39 %
	ฝุ่นถนน 8%	ไอเสียรถเบนซินไม่ติด catalyst 55 %	ไอเสียรถดีเซล 23 %	แหล่ง NO_3^- 15 %
	แหล่ง acenaphthylene 2%	high napthalene + TC 6 %	แหล่ง naphthylene 3 %	ไอเสียรถเบนซินไม่ติด catalyst 5 %
	การเคาะพ่นสีรถ 3% Long-range 3%	ฝุ่นถนน 3 %	แหล่ง acenaphthylene & fluorene 4 %	
แล้ง →ฝน	ระบุไม่ได้ 5 % ไอเสียรถเบนซิน 68 %	ระบุไม่ได้ 7 %	เผาพืช 44 %	ไอเสียรถเบนซินติด catalyst 21 %
	ไอเสียรถดีเซล 19%	ไอเสียรถเบนซินติด catalyst 34 %	ไอเสียรถเบนซิน 40 %	เผาพืช 51 %
	ฝุ่นถนน 1%	ไอเสียรถเบนซินไม่ติด catalyst 45 %	ไอเสียรถดีเซล 13 %	แหล่ง NO_3^- 14 %
	แหล่ง acenaphthylene 3%	high napthalene + TC 7 %	แหล่ง acenaphthylene & fluorine 3 %	ไอเสียรถเบนซินไม่ติด catalyst 11 %
	การเคาะพ่นสีรถ 6%	ดิน 3 %		
	Long-range 3%	ฝุ่นถนน 3 %		

หมายเหตุ "ระบุไม่ได้" หมายถึงเป็นสัดส่วนของ PAHs ที่คงที่ตลอดปี (สัดส่วนของค่า $b_{0,i}$ ในสมการ 3.4-1) คาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลายชนิดรวมๆกันระบุชื่อไม่ได้ ส่วนที่ขีดเส้นใต้คือแหล่งกำเนิดที่มีสัดส่วนการแจกแจง PAHs (%PAHs contribution) สูงสุดในฤดูนั้น ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 4 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการวิจัย

4.1.1 ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

โครงการวิจัยนี้ได้แบ่งช่วงเวลาที่ใช้ในการศึกษาออกเป็น 4 ฤดูโดยอาศัยข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของทั้งสามสถานีตรวจวัดอากาศเป็นหลัก ฤดูฝน (Wet season) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2548 ถึงเดือนกันยายน 2548 และมิถุนายน 2549 มีปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งสามสถานี 0.4 $\pm$ 1.05 มิลลิเมตร/วัน ฤดูแล้ง (Dry season) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2548 ถึง มีนาคม 2549 มีปริมาณฝนเฉลี่ย 0.007 $\pm$ 0.029 มิลลิเมตร/วัน ช่วงเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูหนาว (Transition - 1) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2548 ถึง พฤศจิกายน 2548 มีปริมาณฝนเฉลี่ย 0.085 $\pm$ 0.25 มิลลิเมตร/วัน ช่วงเปลี่ยนจากฤดูหนาวเป็นฤดูฝน (Transition – 2) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่เดือน เมษายน 2549 ถึง พฤษภาคม 2549 มีปริมาณฝนเฉลี่ย 0.13 $\pm$ 0.32 มิลลิเมตร/วัน โดยลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาอื่น ๆ ในแต่ละฤดูกาล

สถานีตรวจวัดอากาศสนามบินเชียงใหม่ลมมีแนวโน้มจะพัดมาจากทิศตะวันตกเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่สถานีตรวจวัดอากาศโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยลมมีแนวโน้มจะพัดมาจากทิศเหนือ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณฝนและทัศนวิสัยของทั้งสามสถานีตรวจวัดอากาศมีค่าต่ำที่สุดในฤดูแล้งและสูงที่สุดในฤดูฝน ส่วนความยาวนานของแสงแดดนั้นพบว่าค่าเฉลี่ยรายวันในฤดูแล้งสูงสุดในขณะที่ในฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดทั้งสามสถานีตรวจวัดอากาศ

4.1.2 ความเข้มข้น PM_{10}

พบว่าความเข้มข้น PM_{10} ของสถานีเก็บอากาศทั้งสี่สถานีมีค่าอยู่ระหว่าง 5 ถึง 182 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร โดยฤดูแล้งมีระดับ PM_{10} รายวันสูงกว่าฤดูอื่นๆกล่าวคือทุกสถานีเก็บอากาศมีระดับ PM_{10} รายวันเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ (120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ในฤดูแล้ง โดยเฉพาะที่อำเภอสารภีและโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยนั้นมีจำนวนวันที่ความเข้มข้น PM_{10} เกินค่ามาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 5.6 และ 4.0 ของจำนวนวันที่ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด ถือว่าเป็นบริเวณที่ประสบปัญหาคุณภาพอากาศรุนแรงกว่าสถานีเก็บอากาศโรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่และชุมชนไก่แก้วจังหวัด ลำพูน จากค่าเฉลี่ยความเข้มข้น PM_{10} รายวันตลอดระยะเวลาสำรวจสามารถเรียงลำดับบริเวณที่มีความเข้มข้น PM_{10} รายวันจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ อำเภอสารภี > โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย > ชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูน > โรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทั้งนี้เมื่อนำข้อมูลระดับ PM_{10} รายวันของโครงการนี้ไปเปรียบเทียบกับความเข้มข้น PM_{10} ที่ตรวจวัดได้จากสถานีเก็บอากาศ อ.แม่ริม (background) ของกลุ่มวิจัยคณะแพทยศาสตร์ก็พบว่า ผลเป็นไปตามความคาดหมาย กล่าวคือความเข้มข้น PM_{10} รายวันที่สถานีเก็บอากาศ อ.แม่ริม มีค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาโครงการเท่ากับ 30.98 ± 1.68 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ค่านี้ได้จากการปรับแก้โดยอาศัยสมการถดถอยที่ได้จากการเปรียบเทียบระดับความเข้มข้น PM_{10} ที่ตรวจวัดโดยเครื่องเก็บอากาศของทั้งสองโครงการ) ซึ่งถือว่ามีค่าน้อยกว่าสถานีเก็บอากาศทั้งสี่แห่งของโครงการนี้ (paired t-test, $t = 16.25\text{-}26.64$; $P<0.05$)

เมื่อนำความเข้มข้น PM_{10} รายวัน ในแต่ละสถานีเก็บอากาศตัวอย่างมาหาความสัมพันธ์โดยวิธี Pearson Correlation ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่า สถานีเก็บอากาศตัวอย่างทั้ง 3 สถานีของจังหวัดเชียงใหม่มีความสัมพันธ์กันทุกฤดู ($r=0.819\text{-}0.909$, $p<0.01$) สำหรับสถานีเก็บอากาศจังหวัดลำพูนนั้นพบว่าในฤดูฝนและช่วงเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูแล้งความเข้มข้น PM_{10} รายวันมีความสัมพันธ์กับสถานีเก็บอากาศตัวอย่างโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยและโรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่ในระดับปานกลาง ($r=0.528\text{-}0.624$, $p<0.01$) และมีความสัมพันธ์ระดับค่อนข้างสูง ($r=0.702\text{-}0.871$, $p<0.01$) กับสถานีเก็บอากาศตัวอย่างที่ว่าการอำเภอสารภี ส่วนในฤดูแล้งและช่วงเปลี่ยนจากฤดูแล้งเป็นฤดูฝนนั้นถือได้ว่าความเข้มข้น PM_{10} รายวันของสถานีเก็บอากาศจังหวัดลำพูนมีความสัมพันธ์ในระดับสูง ($r=0.900\text{-}0.988$, $p<0.01$) กับสถานีเก็บอากาศตัวอย่างทั้ง 3 จุดของจังหวัดเชียงใหม่ ผลข้างต้นชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้น PM_{10} รายวันภายในจังหวัดเชียงใหม่ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยเดียวกัน (แหล่งกำเนิด ลักษณะทางภูมิศาสตร์ ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ฯลฯ) ตลอดทั้งปี และปัจจัยดังกล่าวนี้ยังมีอิทธิพลต่อความเข้มข้น PM_{10} รายวันของจังหวัดลำพูนตั้งแต่เริ่มฤดูแล้งไปจนสิ้นสุดช่วงเปลี่ยนฤดูจากแล้งเป็นฝนอีกด้วย แสดงว่าการควบคุมคุณภาพอากาศของจังหวัดเชียงใหม่นั้นจำเป็นต้องทำทั้งจังหวัดไม่ควรมุ่งทำเพียงจุดใดจุดหนึ่งและควรขยายขอบเขตการพิจารณาไปยังจังหวัดข้างเคียงเช่นลำพูนด้วย กล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าการควบคุมคุณภาพอากาศของจังหวัดลำพูนให้ได้ผลนั้นก็จำเป็นต้องขยายขอบเขตการพิจารณาไปยังจังหวัดข้างเคียงเช่นเชียงใหม่ด้วยเช่นกัน

ผลการนำข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยามาหาความสัมพันธ์กับความเข้มข้น PM_{10} รายวันโดยวิธี Pearson Correlation ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าทัศนวิสัยและความชื้นสัมพัทธ์แปรผกผันกับความเข้มข้น PM_{10} รายวันโดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง ($r = -0.6$ ถึง -0.7) ส่วนข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาชนิดอื่นนั้นถือว่ามีระดับความสัมพันธ์กับความเข้มข้น PM_{10} น้อยมาก ($r = -0.1$ ถึง -0.4) ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นความเป็นไปได้ของการใช้ทัศนวิสัยและความชื้นสัมพัทธ์ในการเฝ้าระวังความเข้มข้น PM_{10} ภายในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.3 การกระจายตัวของขนาดฝุ่น

จากข้อมูลความเข้มข้น PM 5 ขนาดที่วัดได้บริเวณสถานีเก็บอากาศของโครงการ กล่าวได้ว่าความเข้มข้น PM แต่ละขนาดไม่มีแนวโน้มเด่นจำเพาะเฉพาะทั้งในรายวันและรายฤดู อย่างไรก็ตามในด้านสัดส่วน (%) ของความเข้มข้น PM แต่ละขนาดต่อความเข้มข้น PM รวม 5 ขนาดนั้นพบว่ามีลำดับที่คล้ายคลึงกันทุกฤดูกาลและทุกสถานีตรวจวัดดังนี้ PM >10 มีสัดส่วนเฉลี่ยมากที่สุด (24-42%) รองลงมาคือ PM 2.5-10 มีสัดส่วน 21-34% ลำดับถัดไปคือ PM1.0-2.5 มีสัดส่วน 13-20% และถัดไปเป็น PM 0.5-1.0(9-18%) และ PM0.1-0.5 (7-13%) ตามลำดับ ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่ามีการฟุ้งกระจายของฝุ่นขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอนขึ้นสู่อากาศในปริมาณไม่น้อย ดังนั้นในการพิจารณามาตรการลดความเข้มข้นฝุ่นในอากาศ นอกเหนือจาก PM_{10} ที่กล่าวกันว่ามีขนาดเล็กพอที่จะทำให้เกิดผลกระทบทางลบต่อระบบทางเดินหายใจแล้ว ยังอาจต้องคำนึงถึงฝุ่นขนาดใหญ่กว่า PM_{10} บ้างด้วยเนื่องจากในบางฤดูกาลมีมวลในอากาศมากถึง 42% ของฝุ่นทั้งหมด

สำหรับการกระจายตัวของขนาดฝุ่นซึ่งแสดงโดยกราฟความสัมพันธ์ของ % wt/ log (D_p) กับ log(DP) นั้นพบว่า ยกเว้นฤดูแล้งลักษณะการกระจายตัวของฝุ่นแต่ละขนาดในสามฤดูแบ่งได้เป็น 2 ช่วง(bimodal) โดยมีค่า % wt/ log(Dp) สูงที่ PM 0.5-1.0 ไมครอนและ PM 4.0-8.0 ไมครอน ซึ่งลักษณะการกระจายแบบ bimodal นี้มีความคล้ายคลึงกับที่พบบริเวณพื้นที่กรุงเทพมหานครในงานวิจัยของนเรศ (นเรศและคณะ 2548) ส่วนในฤดูแล้งนั้นเป็นที่น่าสังเกตว่า PM 0.5-1.0 ไมครอนมีค่า % wt/ log(Dp) มากกว่าอนุภาคขนาดอื่นอย่างเห็นได้ชัด จากผลนี้คาดคะเนได้ว่าน่าจะมีแหล่งกำเนิดฝุ่นชนิดพิเศษที่เข้ามามีบทบาทในการเพิ่มจำนวนอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กในฤดูแล้ง

คณะผู้วิจัยได้ทดลองคำนวณผลรวมของความเข้มข้นอนุภาคขนาดน้อยกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$* = [PM1.0-2.5] + [PM 0.5-1.0] + [PM0.1-0.5]) และผลรวมของความเข้มข้นอนุภาคขนาดน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}* = [PM2.5-10] + [PM1.0-2.5] + [PM 0.5-1.0] + [PM0.1-0.5]) ทั้งนี้ถึงแม้ความเข้มข้น $PM_{2.5}$* และ PM_{10}* ที่คำนวณได้นี้อาจน้อยกว่าความเป็นจริงเล็กน้อย เนื่องจากเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศของโครงการไม่สามารถเก็บฝุ่นขนาดน้อยกว่า 0.1 ไมครอนได้ แต่ก็ถือว่าแสดงถึงความเข้มข้นอย่างต่ำของ $PM_{2.5}$ จึงสมควรนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐาน $PM_{2.5}$ ของ EPA (35 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) และสัดส่วน $PM_{2.5}$*/ PM_{10}* ที่คำนวณได้นั้นก็คาดว่าน่าจะใกล้เคียงกับสัดส่วน $PM_{2.5}$/ PM_{10} ที่มีอยู่จริงในบรรยากาศจึงน่าจะนำมาเปรียบเทียบกับผลจากงานวิจัยอื่นได้ พบว่าสถานีเก็บตัวอย่างอากาศที่ว่าการอำเภอสารภีและชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูนมีจำนวนวันที่ความเข้มข้น $PM_{2.5}$* เกินค่ามาตรฐานทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 52 และ 44 ของจำนวนวันที่ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 25 ตัวอย่าง ถือว่าเป็นบริเวณที่ประสบปัญหาคุณภาพอากาศกรณีของฝ่นขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับมาตรฐานของ$PM_{2.5}$ของ USEPAซึ่งรุนแรงกว่าสถานีเก็บอากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่ (36%) และโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย (32%) โดยเฉพาะในฤดูแล้ง ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นความรุนแรงของปัญหาคุณภาพอากาศในฤดูแล้งและความสำคัญของการตรวจวัดความเข้มข้น $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศรวมทั้งความจำเป็นในการตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่อำเภอสารภีและจังหวัดลำพูน

ในส่วนของค่าเฉลี่ย $PM_{2.5}$*/PM_{10}* พบว่าสถานีเก็บอากาศชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูนมีค่าเฉลี่ย $PM_{2.5}$*/PM_{10}* สูงสุดคือ 0.64 ส่วนสถานีเก็บอากาศอื่น ๆ มีค่าอยู่ในช่วง 0.54-0.58 จากตารางที่ 3.2-3 ยังพบว่าสัดส่วน $PM_{2.5}$*/PM_{10}* ในฤดูแล้งมีค่าสูงสุดในทุกสถานีเก็บอากาศโดยมีค่าระหว่าง 0.60-0.68 ซึ่งถือว่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาของรพีพัฒน์ (รพีพัฒน์ 2543) และของธเนศและคณะ (2547) ที่ทำการวิเคราะห์ $PM_{2.5}$*/PM_{10}* ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร งานวิจัยแรกพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.61-0.68 ส่วนงานวิจัยหลังพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.64-0.67 เนื่องจากสัดส่วน $PM_{2.5}$*/PM_{10}* ที่สูงแสดงให้เห็นว่าฝุ่นส่วนใหญ่ในบรรยากาศมีขนาดเล็กพอที่จะเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนลึกได้ ผลข้างต้นจึงย้ำให้เห็นถึงความสำคัญของการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในฤดูแล้งโดยเฉพาะบริเวณชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูนและอำเภอสารภี ตลอดจนย้ำให้เกิดจินตนาการว่าในฤดูแล้งมีแหล่งกำเนิดฝุ่นชนิดพิเศษที่ปล่อยอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กสู่บรรยากาศ ในที่นี้อาจเป็นฝุ่นทุติยภูมิอันเกิดจากการเปลี่ยนสภาพของ NO_x SO_2 และสารประกอบอินทรีย์ในบรรยากาศก็เป็นได้

4.1.4 แหล่งกำเนิดที่เป็นไปได้ของฝุ่น

คณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลความเข้มข้น PM_{10} และองค์ประกอบทางเคมีของ PM_{10} (ได้รับความอนุเคราะห์จากกลุ่มวิจัยคณะวิทยาศาสตร์) ของแต่ละสถานีมาวิเคราะห์แหล่งกำเนิดที่เป็นไปได้โดยวิธีองค์ประกอบหลักสัมบูรณ์ (Absolute Principal Component Analysis : APCA, varimax rotation, communiality > 0.7, Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) > 0.6) พบว่าตัวอย่าง PM_{10} ที่เก็บจากทั้ง 4 จุดเก็บตัวอย่างได้รับอิทธิพลจากแหล่งกำเนิด (PC : Principal Component) ตั้งแต่ 11-13 ชนิดขึ้นอยู่กับสถานที่ ผลการคำนวณสัดส่วนการแจกแจงปริมาณฝุ่นของแหล่งกำเนิด PM_{10} (%PM_{10} source contribution) ได้คิดจากผลรวมของพจน์ที่เป็นบวกในสมการ (3.4-3) โดยแยกคำนวณเป็นรายฤดู ผลปรากฏว่าจากแหล่งกำเนิดที่เป็นไปได้ 11-13 ชนิดนั้น มีเพียงไม่กี่ชนิดที่พบว่ามีผลต่อระดับความเข้มข้น PM_{10} รายวัน

เป็นที่น่าสนใจว่าถึงแม้รอบ ๆ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัยจะไม่มีพื้นที่การเกษตรหรือป่าแต่ก็พบว่า 73-82% ของความเข้มข้น PM_{10} บริเวณนั้นมาจากการเผาพืชในขณะที่ 18-27% ที่เหลือนั้นระบุชนิดแหล่งกำเนิดไม่ได้ซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลายชนิดรวมๆกันและจะมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดปี ผลนี้บอกเป็นนัยว่าฝุ่นจากกิจกรรมการเผาพืช (ในที่นี้อาจเป็นการเผาใบไม้เพื่อกำจัดขยะ การเผาเพื่อเตรียมพื้นที่ในการเกษตร รวมไปถึงการเกิดไฟไหม้ป่า) อาจถูกพัดพาเข้าสู่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บรรยากาศในเมืองได้ ส่วนสถานีเก็บตัวอย่างโรงพยาบาลเทศบาลนั้นพบว่า 73-93% ของความเข้มข้น PM_{10} นั้ นระบุชนิดแหล่งกำเนิดไม่ได้ซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลาย ๆ ชนิดรวม ๆ กัน และจะคงที่อยู่ตลอดปี ส่วนที่เหลืออีก 7-27% นั้นส่วนใหญ่มาจากการเผาพืชและเผาขยะเป็นหลัก ยกเว้นกรณีของฤดูแล้งที่พบว่าอีก 20 %ของความเข้มข้น PM_{10} มาจากดิน ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นความยากลำบากในการลดความเข้มข้น PM_{10} บริเวณโรงพยาบาลเทศบาลเนื่องจากกว่า 70% ของ PM_{10} นั้นจะลอยคงที่อยู่ในอากาศ ถึงแม้จะประสบความสำเร็จในการลดการเผาพืชและเผาขยะ ก็ไม่แน่ว่าจะสามารถลดปริมาณ PM_{10} คงที่ดังกล่าวในอากาศได้ อย่างไรก็ตามจากผลดังกล่าวทำให้ทราบว่าการพรมน้ำเพื่อลดการฟุ้งกระจายของดินในฤดูแล้งนั้นสามารถลดปริมาณ PM_{10} ในอากาศบริเวณโรงพยาบาลเทศบาลได้ไม่น้อย (20%) สำหรับบริเวณที่ว่าการอำเภอสารภีนั้น พบว่า 43-62% ของ PM_{10} มาจากการเผาพืช 3-9% มาจากไอเสียรถน้ำมันดีเซล 0-3% มาจากแหล่งกำเนิดที่ให้ naphthalene สูง และ 30-49% เป็นค่าคงที่ตลอดปีของบริเวณซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลาย ๆ ชนิดรวม ๆ กัน ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้น PM_{10} บริเวณที่ว่าการอำเภอสารภีอาจลดลงถึงกว่า 40%หากประสบความสำเร็จในการรณรงค์ลดการเผาพืช อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่า 30-49%ของความเข้มข้น PM_{10} นั้นเป็นส่วนที่ลอยคงที่อยู่ในอากาศ ถึงแม้จะประสบความสำเร็จในการลดการเผาพืช ก็ไม่แน่ว่าจะสามารถลดปริมาณ PM_{10} คงที่ดังกล่าวในอากาศได้ ส่วนความเข้มข้น PM_{10} บริเวณชุมชนไก่แก้วนั้น พบว่า 33-40% มาจากการเผาพืช 7-17% มาจากการประกอบอาหาร 7-11% มาจากแหล่งกำเนิดที่ให้ NO_3^- สูง ส่วนที่เหลืออีก 32-48% นั้นระบุไม่ได้ ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้น PM_{10} บริเวณชุมชนไก่แก้วนั้น อาจลดลงถึงกว่า 30% หากประสบความสำเร็จในการรณรงค์ลดการเผาพืช อย่างไรก็ตามกล่าวได้ว่า 32-48% ของความเข้มข้น PM_{10} ที่ลอยคงที่อยู่ในอากาศนั้นคาดว่าคงลดได้ลำบาก นอกจากนี้เป็นที่น่าสังเกตว่ามีแหล่งกำเนิดที่ยังระบุชื่อไม่ได้ปล่อย NO_3^- ในปริมาณสูงและมีอิทธิพลต่อความเข้มข้น PM_{10} คิดเป็นสัดส่วนได้กว่า 7% จากผลข้างต้นของทั้งสี่สถานีตรวจวัดสรุปได้ว่าแหล่งกำเนิดหลักของ PM_{10} บริเวณจุดเก็บตัวอย่างของโครงการในทุกฤดูกาลนั้นส่วนหนึ่งมาจากการเผาพืชหรือขยะในที่โล่ง อีกส่วนหนึ่งเป็นส่วนที่ระบุชื่อแหล่งกำเนิดไม่ได้ซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลายชนิดรวมๆกันและมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดปี นอกนั้นเป็นแหล่งกำเนิดปลีกย่อยต่าง ๆ ที่มีสัดส่วนการแจกแจงอยู่ในช่วง 3-20% เช่น ดิน ไอเสียจากรถน้ำมันดีเซล ฝุ่นจากการประกอบอาหาร ฝุ่นจากแหล่งกำเนิด naphthalene ฝุ่นจากแหล่งกำเนิด NO_3^- และฝุ่นทุติยภูมิ โดยพบว่าแหล่งกำเนิดปลีกย่อยต่างๆเหล่านี้เข้ามามีบทบาทมากในพื้นที่บริเวณอำเภอสารภีและชุมชนไก่แก้ว เมื่อย้อนไปดูผลของความเข้มข้น PM_{10} รายวัน ความเข้มข้น $PM_{2.5}$* และสัดส่วน $PM_{2.5}$*/ PM_{10}* แล้วสันนิษฐานได้ว่าฝุ่นขนาดเล็กบริเวณสองสถานีเก็บตัวอย่างดังกล่าวมาจากแหล่งกำเนิดปลีกย่อยต่างๆเหล่านี้เอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้นการลด ละ เลิกการเผาพืชและขยะในที่โล่งทุกฤดูกาลและการป้องกันไฟป่าจึงถือเป็นหัวใจสำคัญในการลดความเข้มข้น PM_{10} ในอากาศบริเวณจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน โดยเฉพาะในพื้นที่บริเวณอำเภอสารภีและชุมชนไก่แก้วนั้นสมควรเพิ่มการเฝ้าระวังฝุ่นจากแหล่งกำเนิดชนิดอื่น ๆ เช่น ไอเสียจากรถน้ำมันดีเซล ฝุ่นจากการประกอบอาหาร ฝุ่นจากแหล่งกำเนิด naphthalene และฝุ่นจากแหล่งกำเนิด NO_3^- ควบคู่ไปด้วย

ทั้งนี้ ผลการคำนวณสัดส่วนการแจกแจงของแหล่งกำเนิด PM_{10} ดังกล่าวข้างต้นควรใช้เพื่อพิจารณามาตรการลดความเข้มข้น PM_{10} เป็นหลัก หากต้องการพิจารณามาตรการลดความเข้มข้นของสารมลพิษชนิดใดชนิดหนึ่งหรือกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งที่เป็นองค์ประกอบของ PM_{10} เช่น PAHs หรือ โลหะหนักอันตราย คณะผู้วิจัยเห็นว่าในขั้นตอนการคำนวณควรใช้ความเข้มข้นของสารนั้น ๆ มาหาความสัมพันธ์กับ APC score โดยตรงซึ่งอาจทำให้ได้ผลลัพธ์แตกต่างจากกรณีที่ได้นำเสนอไปข้างต้น ตัวอย่างเช่นในกรณีที่ต้องการลดความเข้มข้นรวมของ PAHs 16 ชนิด ใน PM_{10} การเลิกเผาพืชและป้องกันไฟป่าเท่านั้นยังไม่เพียงพอ จำเป็นจะต้องมีมาตรการลดจำนวนยานพาหนะบนถนนหรือปรับปรุงคุณภาพไอเสียยานพาหนะด้วยเนื่องจากพบว่า 32-87% ของ PAHs ใน PM_{10} บริเวณจุดเก็บตัวอย่างทั้งสี่มาจากไอเสียยานพาหนะ ในขณะที่ PAHs จากการเผาพืชนั้นพบใน PM_{10} บริเวณที่ว่าการอำเภอสารภีและชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูน (30-51 %) เท่านั้น

4.2 ข้อเสนอแนะ

4.2.1 ควรรณรงค์ให้มีการลด ละ เลิกกิจกรรมการเผาพืชและขยะในที่โล่งทุกฤดูกาล และควรมีการกำหนดมาตรการป้องกันไฟป่ารวมทั้งกลยุทธ์ในการควบคุมไฟป่า โดยเฉพาะในฤดูแล้งเพื่อลดปริมาณฝุ่นในอากาศ

4.2.2 กรณีที่ต้องการลดความเป็นพิษของฝุ่นอันเนื่องมาจาก PAHs การเลิกเผาพืชและป้องกันไฟป่าเท่านั้นยังไม่เพียงพอ จำเป็นจะต้องมีมาตรการลดจำนวนยานพาหนะบนถนนหรือปรับปรุงคุณภาพไอเสียยานพาหนะควบคู่กันไปด้วย

4.2.3 ควรมีการตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่อำเภอสารภีและจังหวัดลำพูนเพื่อเฝ้าระวังปัญหามลพิษของฝุ่นในอากาศ หากไม่สามารถตั้งสถานีถาวรได้อาจใช้วิธีติดตั้งสถานีชั่วคราวเฉพาะฤดูแล้งเนื่องจากเป็นฤดูที่มีความเข้มข้นฝุ่นเกินมาตรฐาน หรือหากไม่สามารถกระทำได้ก็อาจใช้ข้อมูลทัศนวิสัยและความชื้นในอากาศของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจังหวัดลำพูนในการคาดคะเนช่วงเวลาที่ฝุ่นในอากาศมีความเข้มข้นสูงได้บ้าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.4 ในการตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นในอากาศควรมีการวัดทั้งอนุภาคขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนและใหญ่กว่า 10 ไมครอนควบคู่ไปกับตรวจวัดความเข้มข้น PM_{10} ด้วยเนื่องจากอนุภาคทั้งสองกลุ่มดังกล่าวมีความเข้มข้นจำนวนไม่น้อย อาจก่อให้เกิดปัญหาได้ในอนาคต อย่างไรก็ตามในกรณีของ $PM_{2.5}$ นั้นหากไม่สามารถตรวจวัดได้โดยตรงก็อาจใช้สมการความสัมพันธ์ระหว่าง PM_{10} กับ $PM_{2.5}$ ทำนายความเข้มข้นได้ในระดับหนึ่ง ทั้งนี้จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในเชิงสถิติเป็นต้นว่า ลักษณะการแจกแจงความถี่ของข้อมูล เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของสมการต่อไป

4.2.5 ในการกำหนดแผนควบคุมคุณภาพอากาศในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งภายในจังหวัดนั้นควรทำทั้งจังหวัดและควรพิจารณาความเชื่อมโยงกับจังหวัดข้างเคียงด้วยเพราะเป็นไปได้ว่าคุณภาพอากาศในพื้นที่นั้นได้รับอิทธิพลจากปัจจัยเดียวกันกับพื้นที่อื่น ๆ ที่อยู่ข้างเคียง

4.2.6 ควรมีการ รวบรวม เพิ่มเติม แก้ไข และเผยแพร่ข้อมูลความเข้มข้นองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นจากแหล่งกำเนิดชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทย (source profile) ผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ทเพื่อเป็นประโยชน์ต่อนักวิจัยและผู้สนใจทั่วไป ปัจจุบันนี้ประเทศไทยยังขาดแคลน source profile ในส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ เช่น PAHs ไดออกซิน หรือสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่น ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ 2549 *การศึกษาสัดส่วนองค์ประกอบและที่มาของฝุ่นขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ* กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

เฉลิม ลิ่วศรีสกุลและคณะ ปัญหามลพิษอากาศต่อการทำงานของปอด:การศึกษาในตำรวจจราจรในเมืองเชียงใหม่ ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นเรศ เชื้อสุวรรณ และคณะ 2547 ร่างรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์: โครงการ "การศึกษาหาสัดส่วนแหล่งกำเนิดฝุ่นขนาด 10 และ 2.5 ไมครอน ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร" ภายใต้การสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

รพีพัฒน์ 2543 *องค์ประกอบธาตุในฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ในเขตกรุงเทพมหานคร.* กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรุบล โชติพงศ์ 2541 *การศึกษาปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อระบบการหายใจ.* กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Abbey D.E., Nishino N., McDonnell W.F., Burchette R.J., Knutsen S.F., Beeson W.L., Yang J.X. 1999. Long-term inhalable particles and other air pollutants related to mortality in nonsmokers. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 159:373-382.

Adachi K., and Tainosho Y. 2004. Characterization of heavy metal particles embedded in tire dust. *Environment International* 30:1009–1017.

Alastuey A., Querol X., Rodriguez S., et al. 2004. Monitoring of atmospheric particulate matter around sources of secondary inorganic aerosol. *Atmospheric Environment* 38:4979-4992.

Baumard P., Budzinski H., Garrigue P., 1998. Polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments and mussels of the western Mediterranean Sea. *Environmental Toxiocology and Chemistry* 17 ซ 765–776.

Brunekreef B, Forsberg B. 2005. Epidemiological evidence of effects of coarse airbourne particles on health. *Eur Respir J* .;26:309–318.

California Environmental Protection Agency. 2002. CALIFORNIA EMISSION INVENTORY AND REPORTING SYSTEM (CEIDARS), Particulate Matter (PM) Speciation Profiles (available at www.arb.ca.gov/ei/speciate/ PMPROF_09 _27_02.xls).

Dockery D.W., Pope C.A., Xu X., Spengler J.D., Ware J.H., Fay M.E., Ferris B.G., Spizer F.E. 1993. An association between air pollution and mortality in six US cities'. *New England Journal of Medicine*. 329:1735–1759.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Deerasamee S, Martin N, Sontipong S, Sriamporn S, Sriplung H, Srivatanakul P, et al. 1999. Cancer in Thailand 5: 1992-1994, *IARC Technical Report* No. 34, Lyon.

Dickhut R.M., Canuel E.M., Gustafson K.E., Liu K., Arzayus K.M., Walker S.E., Edgecombe G., Gaylor M.O., Macdonald E.H., 2000. Automotive sources of carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons associated with particulate matter in the Chesapeake Bay region. *Environmental Science Technology* 34: 4635–4640.

Englert N. 1999. Time-series analysis and cohort studies to investigate relationships between particulate matter and mortality – Two approaches to one end-point. *Journal of Environmental Medicine* 1: 291-296.

Japan International cooperation Agency 1991. *The study on the Air Quality Management Planning for the Samut Prakarn Industrial District in the Kingdom of Thailand, Final Report.*

Kalaitzoglou M., Terzi E., Samara C., 2004. Patterns and sources of particle-phase aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons in urban and rural sites of western Greece. Atmospheric Environment 38: 2545–2560.

Kavouras I.G., Koutrakis P., Tsapakis M., Lagoudaki E., Stephanou E.G., Baer D.V., Oyola P., 2001. Source apportionment of urban particulate aliphatic and polynuclear aromatic hydrocarbons (PAHs) using multivariate methods. *Environmental Science and Technology* 35: 2288–2294.

Killin et al. 2004. Transpacific and regional atmospheric transport of anthropogenicsemivolatile organic compounds to Cheeka PeakObservatory during the spring of 2002. *J. Geophy. Res.* 109 (D23S15), doi:10.1029/2003JD004386.

Manoli E., Kouras A. and Samara C. 2004. Profile analysis of ambient and source emitted particle-bound polycyclic aromatic hydrocarbons from three sites in northern Greece. *Chemosphere* 56:867–878.

Morandi M.T., Daisey J.M., Lioy P.J. 1987. Development of a modified factor analysis/multiple regression model to apportion suspended particulate matter. *Atmos. Environ.* 21:1821–1832 .

Oanh N. and Reutergardh L. and Dung N. 1999. Emission of polycyclic aromatic hydrocarbons and particulate matter from domestic combustion of selected fuels. *Environmental Sci. Technol.* 33: 2703 - 2709.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Pope C.A. III, Thun M.J., Namboodiri M.M., Dockery D.W., Evans J.S., Speizer F.E., Heath C.W. Jr. 1995. Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults. *Am J Respir Crit Care Med* .151:669-674.

Radian International LIC. 1998. *PM Abatement Strategy for the Bangkok Metropolitan Area, Final Report Volume I-report.* Prepared for Pollution Control Department, Ministry of Science, Technology, and Environment. Bangkok, Thailand.

Rogge W.F., Hildemann L., Mazurek M.A., Cass G.R., Simoneit B.R.T., 1993a. Sources of fine organic aerosol: 2. Non-catalyst and catalyst-equipped automobiles and heavy duty diesel trucks. *Environmental Science and Technology* 27:636–651.

Rogge W.F., Hildemann L., Mazurek M.A., Cass G.R., Simoneit B.R.T., 1993b. Sources of fine organic aerosol: 3. Road dust, tire debris and organometallic brake lining dust: roads as sources and sinks. *Environmental Science and Technology* 27:1892–1904.Harley et al. (1999)

Thurston G.D., Spengler J.D., 1985. A quantitative assessment of source contributions to inhalable particulate matter pollution in metropolitan Boston. *Atmospheric Environment.*19: 9–25.

Vatanasapt V., Martin N., Sriplung H., Chindavijak K., Sontipong S., Sriamporn S., et al. 1993. Cancer in Thailand 1988–1991. *IARC Technical Report No.16.* Lyon: International Agency for Research on Cancer ;88–9.

Vinitketkumnuen U., Kalayanamitra K., Chewonarin T., Kamens R. 2002. Particulate matter, PM 10 & PM 2.5 levels, and airborne mutagenicity in Chiang Mai, Thailand. *Mutat Res.* Aug 26;519 (1-2):121-31.

Wang Y.F.,. Huang K.L., Li C.T., .Mi H.H., Luo J.H., Tsai P.J. 2003. Emissions of fuel metals content from a diesel vehicle engine. *Atmospheric Environment* 37: 4637-4643.

Yunker M.B., Macdonald R.W., Vingarzan R., Mitchell R.H., Goyette D., Sylvestre S. 2002. PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition. *Org Geochem* 33:489–515.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

แบบบันทึกเพื่อการ Calibrate และคำนวณปริมาณ PM10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบบันทึกผลการทดสอบหาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler ณ. สถานีตรวจวัดโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย

รหัส filter	Calculation					$Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }							PM_{10} (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$				หมายเหตุ
	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	Temp. Ave.	(Pav - Pf) / Pav	Qa	$Q_{std.}$	Time	ปริมาตรอากาศ	Weight of Filter		PM 10		
	(in H_2O)		(1.87 x in H_2O)	(mm. Hg)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm. Hg)	(m^3 / min)	(m^3 / min)	(min)	(m^3)	(g)		mg / m^3	ug / m^3	
	Initial	Final	(mm. Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.}$ =Q_{std} x t	Final (A)	Initial (B)			
yp/17/06/05	22.6	24.1	43.66	751.8		27.8	27.8	0.942	1.130	1.127	1440	1622.22	4.4953	4.4197	0.0466	46.6	
yp/20/06/05	23.1	24.1	44.04	754.0		27.6	27.6	0.942	1.130	1.130	1440	1627.73	4.4996	4.4393	0.0370	37.0	
yp/23/06/05	23.4	24.8	45.07	753.6		27.8	27.8	0.940	1.123	1.123	1440	1616.63	4.5025	4.4414	0.0378	37.8	
yp/26/06/05	23.2	24.5	44.60	753.8		27.6	27.6	0.941	1.127	1.127	1440	1622.76	4.4836	4.4188	0.0399	39.9	
yp/29/06/05	23.8	24.4	45.07	753.2		29.6	29.6	0.940	1.119	1.119	1440	1610.84	4.4950	4.4288	0.0411	41.1	
yp/02/07/05	23.0	24.1	44.04	754.3		28.0	28.0	0.942	1.130	1.130	1440	1627.12	4.4667	4.4172	0.0305	30.5	
yp/05/07/05	23.3	23.8	44.04	753.4		29.3	29.3	0.942	1.126	1.126	1440	1622.07	4.4865	4.4291	0.0354	35.4	
yp/08/07/05	23.4	24.0	44.32	753.2		28.6	28.6	0.941	1.124	1.124	1440	1619.08	4.4803	4.4328	0.0293	29.3	
yp/11/07/05	23.3	25.3	45.44	755.3		29.9	29.9	0.940	1.121	1.121	1440	1614.49	4.5544	4.4791	0.0467	46.7	
yp/14/07/05	24.3	24.8	45.91	758.0		25.9	25.9	0.939	1.129	1.129	1440	1626.09	4.4204	4.3779	0.0262	26.2	
yp/17/07/05	23.8	24.2	44.88	753.9		28.7	28.7	0.940	1.121	1.121	1440	1614.36	4.4668	4.4023	0.0399	39.9	
yp/20/07/05	23.9	24.1	44.88	753.2		26.9	26.9	0.940	1.121	1.121	1440	1614.12	4.4701	4.4248	0.0281	28.1	
yp/23/07/05	23.8	24.5	45.16	752.0		26.5	26.5	0.940	1.121	1.121	1440	1614.55	4.4634	4.4220	0.0257	25.7	
yp/26/07/05	23.5	24.5	44.88	753.6		25.24	25.2	0.940	1.127	1.127	1440	1622.67	4.4808	4.4151	0.0405	40.5	
yp/29/07/05	24.1	25.1	46.00	751.9		27.7	27.7	0.939	1.116	1.116	1440	1607.28	4.4564	4.3968	0.0371	37.1	
yp/01/08/05	24	25.2	46.00	752.9		24.7	24.7	0.939	1.124	1.124	1440	1618.27	4.5049	4.4437	0.0378	37.8	
yp/04/08/05	24.2	24.7	45.72	753.2		26.6	26.6	0.939	1.121	1.121	1440	1614.49	4.5308	4.4667	0.0397	39.7	
yp/07/08/05	24.5	25.6	46.84	752.3		26.4	26.4	0.938	1.116	1.116	1440	1607.29	4.5449	4.4766	0.0425	42.5	
yp/10/08/05	24.3	26.2	47.22	757.6		27.1	27.1	0.938	1.123	1.123	1440	1616.43	4.5357	4.4743	0.0380	38.0	
yp/13/08/05	23.8	25.2	45.82	752.9		24.61	24.6	0.939	1.124	1.124	1440	1618.74	4.4941	4.4453	0.0302	30.2	
yp/16/08/05	24.6	25.5	46.84	753.1		25.77	25.8	0.938	1.118	1.118	1440	1610.54	4.5937	4.5133	0.0499	49.9	
yp/19/08/05	24.1	26.7	47.50	756.0		25.7	25.7	0.937	1.119	1.119	1440	1611.05	4.6099	4.5188	0.0565	56.5	
yp/22/08/05	25	26.5	48.15	755.8		26.2	26.2	0.936	1.114	1.114	1440	1604.42	4.6155	4.4975	0.0736	73.6	
yp/25/08/05	25	25.7	47.40	754.8		27.7	27.7	0.937	1.114	1.114	1440	1603.69	4.5486	4.4976	0.0317	31.7	

แบบบันทึกผลการทดสอบหาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler ณ. สถานีตรวจวัดโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย

รหัส filter	Calculation					$Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }							PM_{10} (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$				หมายเหตุ
	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	Temp. Ave.	(Pav - Pf) / Pav	Qa	$Q_{std.}$	Time	ปริมาตรอากาศ	Weight of Filter		PM 10		
	(in H_2O)		(1.87 x in H_2O	(mm. Hg)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm. Hg)	(m^3 / min)	(m^3 / min)	(min)	(m^3)	(g)				
	Initial	Final	(mm. Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.}$ = Q_{std} x t	Final (A)	Initial (B)	mg / m^3	ug / m^3	
yp/28/08/05	24.9	26.5	48.06	754.1		25.7	25.7	0.936	[illegible]	1.113	1440	1602.52	4.6078	4.5216	0.0537	53.7	
yp/31/08/05	25.0	25.5	47.22	751.6		26.1	26.1	0.937	[illegible]	1.111	1440	1600.56	4.5097	4.4940	0.0098	9.8	
yp/03/09/05	24.0	25.1	45.91	754.8		23.3	23.3	0.939	[illegible]	1.129	1440	1626.28	4.5156	4.4589	0.0349	34.9	
yp/06/09/05	25.0	25.5	47.22	755.5		26.6	26.6	0.938	[illegible]	1.121	1440	1613.59	4.5898	4.5037	0.0534	53.4	
yp/09/09/05	24.4	25.1	46.28	756.1		26.0	26.0	0.939	[illegible]	1.126	1440	1621.35	4.5573	4.5066	0.0312	31.2	
yp/12/09/05	22.2	23.7	42.92	756.0		25.5	25.5	0.943	[illegible]	1.141	1440	1643.22	4.4053	4.3651	0.0245	24.5	
yp/15/09/05	22.5	24.5	43.95	756.6		24.9	24.9	0.942	[illegible]	1.139	1440	1640.01	4.4303	4.3605	0.0426	42.6	
yp/18/09/05	22.8	23.7	43.48	753.0		26.5	26.5	0.942	[illegible]	1.131	1440	1628.24	4.4087	4.3594	0.0303	30.3	
yp/21/09/05	22.7	23.9	43.57	756.8		25.7	25.7	0.942	[illegible]	1.138	1440	1638.69	4.3977	4.3305	0.0410	41.0	
yp/24/09/05	23.1	24	44.04	754.6		26.8	26.8	0.942	[illegible]	1.133	1440	1630.83	4.4666	4.4196	0.0289	28.9	
yp/27/09/05	22.7	23.7	43.38	753.6		27.1	27.1	0.942	[illegible]	1.131	1440	1628.08	4.5222	4.4487	0.0452	45.2	
yp/30/09/05	23.0	23.8	43.76	758.9		25.2	25.2	0.942	[illegible]	1.142	1440	1644.33	4.4688	4.4151	0.0326	32.6	
yp/03/10/05	22.7	24	43.66	756.2		25.0	25.0	0.942	[illegible]	1.138	1440	1639.16	4.5062	4.4381	0.0416	41.6	
yp/06/10/05	23	23.9	43.85	757.4		26.5	26.5	0.942	[illegible]	1.139	1440	1639.46	4.5252	4.4242	0.0616	61.6	
yp/09/10/05	23.2	24	44.13	758.6		24.5	24.5	0.942	[illegible]	1.143	1440	1646.11	4.5000	4.4332	0.0405	40.5	
yp/12/10/05	23.3	23.9	44.13	757.2		26.9	26.9	0.942	[illegible]	1.136	1440	1636.19	4.5255	4.4428	0.0505	50.5	
yp/15/10/05	23.5	24	44.41	758.1		27.0	27.0	0.941	[illegible]	1.134	1440	1633.57	4.4879	4.4199	0.0416	41.6	
yp/18/10/05	23.2	24.3	44.41	759.4		26.5	26.5	0.942	[illegible]	1.140	1440	1642.06	4.5644	4.4710	0.0568	56.8	
yp/21/10/05	23.2	23.9	44.04	759.6		26.0	26.0	0.942	[illegible]	1.138	1440	1638.53	4.4184	4.3323	0.0525	52.5	
yp/24/10/05	23.1	23.7	43.76	759.5		25.7	25.7	0.942	[illegible]	1.142	1440	1644.60	4.4565	4.3490	0.0654	65.4	
yp/27/10/05	23.2	24.3	44.41	759.5		25.9	25.9	0.942	[illegible]	1.142	1440	1644.00	4.4423	4.3480	0.0574	57.4	
yp/30/10/05	22.8	23.4	43.20	758.0		23.4	23.4	0.943	[illegible]	1.148	1440	1653.25	4.3931	4.3539	0.0237	23.7	
yp/02/11/05	23	23.5	43.48	757.3		25.4	25.4	0.943	[illegible]	1.143	1440	1646.06	4.4303	4.3664	0.0389	38.9	
yp/05/11/05	22.7	23.6	43.29	758.4		25.3	25.3	0.943	[illegible]	1.145	1440	1649.00	4.4150	4.3242	0.0551	55.1	
yp/08/11/05	22.7	23.3	43.01	758.9		26.0	26.0	0.943	[illegible]	1.145	1440	1648.10	4.4299	4.3607	0.0420	42.0	

แบบบันทึกผลการทดสอบหาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler ณ. สถานีตรวจวัดโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย

รหัส filter	Calculation					$Q_{std.} = \{ Qa \times [Pav / 760] \times [298 / (273 + Tav)] \}$							PM_{10} (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$				หมายเหตุ
	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	Temp. Ave.	(Pav - Pf) / Pav	Qa	$Q_{std.}$	Time	ปริมาตรอากาศ	Weight of Filter		PM 10		
	(in H_2O)		(1.87 x in H_2O	(mm. Hg)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm. Hg)	(m^3 / min)	(m^3 / min)	(min)	(m^3)	(g)		mg / m^3	ug / m^3	
	Initial	Final	(mm. Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(1)	$V_{std.} = Q_{std} \times t$	Final (A)	Initial (B)			
yp/11/11/05	22.5	23.5	43.01	756.5		26.5	26.5	0.943	1.150	1.140	1440	1641.76	4.3496	4.2931	0.0344	34.4	
yp/14/11/05	22.7	24.3	43.95	756.6		25.9	25.9	0.942	1.147	1.137	1440	1637.54	4.4084	4.3382	0.0429	42.9	
yp/17/11/05	22.8	24.9	44.60	758.3		26.4	26.4	0.941	1.144	1.136	1440	1635.70	4.5436	4.4519	0.0560	56.0	
yp/20/11/05	22.7	23	42.73	761.0		24.7	24.7	0.944	1.156	1.153	1440	1660.37	4.5497	4.4707	0.0476	47.6	
yp/23/11/05	22.3	23.1	42.45	761.3		20.9	20.9	0.944	1.164	1.162	1440	1672.83	4.5551	4.4630	0.0551	55.1	
yp/26/11/05	22.4	23.5	42.92	759.7		23.8	23.8	0.944	1.156	1.153	1440	1660.61	4.5518	4.4585	0.0562	56.2	
yp/29/11/05	22.2	23.2	42.45	757.6		23.9	23.9	0.944	1.153	1.150	1440	1655.61	4.5648	4.4766	0.0532	53.2	
yp/02/12/05	22.9	23.7	43.57	758.8		23.2	23.2	0.943	1.153	1.150	1440	1655.55	4.5827	4.4879	0.0573	57.3	
yp/05/12/05	22.8	23.2	43.01	757.8		25.1	25.1	0.943	1.148	1.145	1440	1648.28	4.5114	4.4486	0.0381	38.1	
yp/08/12/05	22.3	24	43.29	759.5		21.9	21.9	0.943	1.156	1.153	1440	1660.33	4.4526	4.3514	0.0609	60.9	
yp/11/12/05	23.4	24	44.32	758.8		25.0	25.0	0.942	1.145	1.142	1440	1644.72	4.5367	4.4547	0.0499	49.9	
yp/14/12/05	23.1	23.9	43.95	761.0		22.9	22.9	0.942	1.153	1.150	1440	1656.37	4.4864	4.4335	0.0319	31.9	
yp/17/12/05	23.4	24.2	44.51	762.2		22.2	22.2	0.942	1.157	1.154	1440	1661.46	4.5274	4.4521	0.0454	45.4	
yp/20/12/05	22.7	23.2	42.92	761.2		19.1	19.1	0.944	1.168	1.165	1440	1677.92	4.4833	4.3417	0.0844	84.4	
yp/23/12/05	22.6	23.3	42.92	760.9		18.8	18.8	0.944	1.168	1.165	1440	1678.02	4.4933	4.3146	0.1065	106.5	
yp/26/12/05	22.5	23.8	43.29	760.4		20.6	20.6	0.943	1.161	1.157	1440	1666.05	4.5304	4.3492	0.1087	108.7	
yp/29/12/05	22.8	23.9	43.66	760.8		20.5	20.5	0.943	1.161	1.158	1440	1667.29	4.4440	4.3517	0.0554	55.4	
yp/01/01/06	22.3	23	42.36	760.7		21.0	21.0	0.944	1.164	1.161	1440	1671.46	4.3710	4.3152	0.0334	33.4	
yp/04/01/06	23	23.5	43.48	758.1		20.3	20.3	0.943	1.157	1.154	1440	1661.47	4.4304	4.3507	0.0480	48.0	
yp/07/01/06	23.2	24.2	44.32	759.3		23.9	23.9	0.942	1.148	1.145	1440	1649.46	4.4676	4.3525	0.0698	69.8	
yp/10/01/06	23.1	24	44.04	758.6		21.7	21.7	0.942	1.152	1.149	1440	1654.45	4.4452	4.3188	0.0764	76.4	
yp/13/01/06	23.1	23.9	43.95	757.8		20.9	20.9	0.942	1.152	1.149	1440	1654.76	4.5070	4.3811	0.0761	76.1	
yp/16/01/06	22.8	24.2	43.95	757.4		19.2	19.2	0.942	1.155	1.152	1440	1658.88	4.4958	4.3683	0.0768	76.8	
yp/19/01/06	22.6	23.9	43.48	757.0		20.7	20.7	0.943	1.154	1.151	1440	1658.06	4.4332	4.3208	0.0678	67.8	
yp/22/01/06	23	23.9	43.85	757.2		21.2	21.2	0.942	1.151	1.148	1440	1653.05	4.5428	4.4598	0.0502	50.2	

แบบบันทึกผลการทดสอบหาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler ณ. สถานีตรวจวัดโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย

รหัส filter	Calculation					$Q_{std.} = \{ Qa \times [Pav / 760] \times [298 / (273 + Tav)] \}$							PM_{10} (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$				หมายเหตุ
	Filter Pressure (in H_2O)		Pf (1.87 x in H_2O)	Pressure (mm. Hg)	Temp. 1 (°C)	Temp. 2 (°C)	Temp. Ave. (°C)	(Pav - Pf) / Pav (mm. Hg)	Qa (m^3 / min)	$Q_{std.}$ (m^3 / min)	Time (min)	ปริมาตรอากาศ (m^3)	Weight of Filter (g)		PM 10		
	Initial	Final	(mm. Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.} = Q_{std} \times t$	Final (A)	Initial (B)	mg/m^3	ug/m^3	
yp/25/01/06	22.9	23.9	43.76	761.3		23.1	23.1	0.943	1.162	1.153	1440	1661.00	4.5863	4.4287	0.0949	94.9	
yp/28/01/06	23	24	43.95	758.9		21.0	21.0	0.942	1.160	1.151	1440	1657.37	4.5804	4.4685	0.0675	67.5	
yp/31/01/06	22.7	24.1	43.76	761.5		22.5	22.5	0.943	1.163	1.155	1440	1663.04	4.5746	4.4344	0.0843	84.3	
yp/03/02/06	23.1	24.2	44.23	761.1		24.0	24.0	0.942	1.157	1.148	1440	1652.96	4.5728	4.4669	0.0641	64.1	
yp/06/02/06	22.9	32.9	52.17	759.9		23.1	23.1	0.931	1.109	1.106	1440	1592.87	4.5761	4.4502	0.0791	79.1	
yp/09/02/06	22.9	24.1	43.95	762.2		22.9	22.9	0.942	1.161	1.152	1440	1658.76	4.5515	4.4275	0.0748	74.8	
yp/12/02/06	23.1	20.2	40.49	759.8		24.6	24.6	0.947	1.172	1.163	1440	1674.05	4.5317	4.4403	0.0546	54.6	
yp/15/02/06	23	24.2	44.13	757.2		23.0	23.0	0.942	1.154	1.145	1440	1648.12	4.5294	4.4139	0.0701	70.1	
yp/18/02/06	22.9	24.5	44.32	757.6		26.0	26.0	0.942	1.148	1.139	1440	1639.51	4.4892	4.4018	0.0533	53.3	
yp/21/02/06	22.7	24	43.66	757.0		26.1	26.1	0.942	1.147	1.138	1440	1638.22	4.4897	4.3908	0.0604	60.4	
yp/24/02/06	25.1	26.1	47.87	756.3		27.8	27.8	0.937	1.125	1.116	1440	1606.55	4.5708	4.4690	0.0633	63.3	
yp/27/02/06	24.9	27.2	48.71	755.7		25.7	25.7	0.936	1.124	1.115	1440	1605.85	4.6714	4.5187	0.0951	95.1	
yp/02/03/06	24.9	26.3	47.87	757.8		27.5	27.5	0.937	1.127	1.118	1440	1610.39	4.6725	4.5247	0.0918	91.8	
yp/05/03/06	24.3	26.8	47.78	757.9		27.3	27.3	0.937	1.128	1.119	1440	1611.34	4.5841	4.4616	0.0760	76.0	
yp/08/03/06	24.9	28	49.46	758.1		28.3	28.3	0.935	1.123	1.110	1440	1597.78	4.6818	4.5045	0.1109	110.9	
yp/11/03/06	24.1	26.2	47.03	754.9		28.4	28.4	0.938	1.126	1.116	1440	1607.02	4.7006	4.4973	0.1265	126.5	
yp/14/03/06	25	26.3	47.97	757.9		28.8	28.8	0.937	1.126	1.116	1440	1607.35	4.6028	4.4822	0.0750	75.0	
yp/17/03/06	25.1	30.2	51.71	754.8		28.1	28.1	0.931	1.099	1.090	1440	1569.86	4.6956	4.5031	0.1226	122.6	PF สูงมาก
yp/20/03/06	25	39.5	60.31	754.8		29.5	29.5	0.920	1.052	1.039	1440	1496.41	4.6303	4.4408	0.1267	126.7	PF สูงมาก
yp/23/03/06	25.4	38.1	59.37	753.6		26.5	26.5	0.921	1.061	1.047	1440	1507.88	4.7052	4.4805	0.1490	149.0	PF สูงมาก
yp/26/03/06	23.8	36.2	56.10	754.9		29.9	29.9	0.926	1.078	1.066	1440	1534.75	4.6413	4.4303	0.1374	137.4	PF สูงมาก
yp/29/03/06	23.5	24.2	44.60	757.5		26.1	26.1	0.941	1.144	1.135	1440	1634.89	4.5359	4.4102	0.0769	76.9	
yp/01/04/06	23.2	24.5	44.60	756.4		25.7	25.7	0.941	1.143	1.134	1440	1633.25	4.5590	4.4203	0.0849	84.9	
yp/04/04/06	23.4	25.5	45.72	755.4		29.0	29.0	0.939	1.134	1.121	1440	1613.62	4.5602	4.4371	0.0763	76.3	
yp/07/04/06	24	25	45.82	755.1		30.8	30.8	0.939	1.132	1.113	1440	1603.23	4.5848	4.4544	0.0813	81.3	

แบบบันทึกผลการทดสอบหาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler ณ. สถานีตรวจวัดโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย

รหัส filter	Calculation					$Q_{std.} = \{ Qa \times [Pav / 760] \times [298 / (273 + Tav)] \}$							$PM_{10}\ (mg/m^3) = \{(A-B) \times 10^3\} / V_{std.}$				หมายเหตุ
	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	Temp. Ave.	(Pav - Pf) / Pav	Qa	$Q_{std.}$	Time	ปริมาตรอากาศ	Weight of Filter		PM 10		
	(in H_2O)		(1.87 x in H_2O	(mm. Hg)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm. Hg)	(m^3 / min)	(m^3 / min)	(min)	(m^3)	(g)		mg / m^3	ug / m^3	
	Initial	Final	(mm. Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.} = Q_{std} \times t$	Final (A)	Initial (B)			
yp/10/04/06	23.2	26.6	46.56	754.3		30.5	30.5	0.938	[illegible]	1.113	1440	1602.93	4.6160	4.4276	0.1175	117.5	
yp/13/04/06	23.6	26.25	46.61	754.7		31.8	31.8	0.938	[illegible]	1.109	1440	1597.32	4.5832	4.4286	0.0968	96.8	
yp/16/04/06	23.1	24	44.04	757.2		26.4	26.4	0.942	[illegible]	1.133	1440	1631.33	4.4721	4.4327	0.0241	24.1	
yp/19/04/06	23.5	24	44.41	758.1		28.2	28.2	0.941	[illegible]	1.127	1440	1623.41	4.5000	4.4503	0.0306	30.6	
yp/22/04/06	23.6	24	44.51	754.8		27.7	27.7	0.941	[illegible]	1.125	1440	1619.42	4.4957	4.4423	0.0330	33.0	
yp/25/04/06	23.5	ND	-	755.5		27.0	27.0	-	[illegible]	0.000	1440	0.00	4.4781	4.4395	-	-	เครื่องรั่ว
yp/28/04/06	ND	ND	-	755.1		26.1	26.1	-	[illegible]	0.000	1440	0.00	4.4808	4.4564	-	-	เครื่องรั่ว
yp/01/05/06	24.5	25.25	46.52	755.6		28.3	28.3	0.938	[illegible]	1.117	1440	1609.03	4.5067	4.4517	0.0342	34.2	
yp/04/05/06	24.5	25.6	46.84	756.1		30.3	30.3	0.938	[illegible]	1.114	1440	1604.35	4.4915	4.4221	0.0433	43.3	
yp/07/05/06	25.5	26.25	48.39	755.4		30.1	30.1	0.936	[illegible]	1.107	1440	1593.38	4.6109	4.5550	0.0351	35.1	
yp/10/05/06	25	25.3	47.03	755.7		27.4	27.4	0.938	[illegible]	1.119	1440	1611.96	4.5292	4.4946	0.0215	21.5	
yp/13/05/06	25	25.6	47.31	756.5		30.0	30.0	0.937	[illegible]	1.112	1440	1601.33	4.5044	4.4513	0.0332	33.2	
yp/16/05/06	24	25	45.82	758.0		21.3	21.3	0.940	[illegible]	1.141	1440	1643.67	4.5272	4.4779	0.0300	30.0	
yp/19/05/06	24.6	25.7	47.03	754.3		24.7	24.7	0.938	[illegible]	1.122	1440	1615.65	4.5415	4.4635	0.0482	48.2	
yp/22/05/06	24.6	26.2	47.50	752.9		25.4	25.4	0.937	[illegible]	1.115	1440	1605.05	4.5363	4.4908	0.0284	28.4	
yp/25/05/06	24.5	26	47.22	755.6		27.1	27.1	0.938	[illegible]	1.120	1440	1612.50	4.5833	4.5238	0.0369	36.9	
yp/28/05/06	23.4	25.4	45.63	754.4		28.4	28.4	0.940	[illegible]	1.123	1440	1616.70	4.3962	4.3450	0.0317	31.7	
yp/31/05/06	22	25.8	44.69	755.7		26.2	26.2	0.941	[illegible]	1.132	1440	1630.71	4.5241	4.4802	0.0270	27.0	
yp/03/06/06	23.7	24.9	45.44	754.0		26.6	26.6	0.940	[illegible]	1.125	1440	1620.36	4.4659	4.4283	0.0232	23.2	
yp/06/06/06	23.8	24.5	45.16	754.8		27.2	27.2	0.940	[illegible]	1.125	1440	1620.53	4.4726	4.4328	0.0245	24.5	
yp/09/06/06	23.5	24.5	44.88	754.0		28.1	28.1	0.940	[illegible]	1.122	1440	1616.26	4.5033	4.4466	0.0351	35.1	
yp/12/06/06	23.5	24.5	44.88	753.3		27.9	27.9	0.940	[illegible]	1.122	1440	1615.36	4.4042	4.3379	0.0411	41.1	
yp/15/06/06	23.5	24.5	44.88	753.4		28.8	28.8	0.940	[illegible]	1.121	1440	1613.65	4.3999	4.3526	0.0293	29.3	
yp/18/06/06	23.5	23.5	43.95	753.2		27.8	27.8	0.942	[illegible]	1.129	1440	1625.28	4.3527	4.3145	0.0235	23.5	
yp/21/06/06	23.5	24.5	44.88	755.0		27.4	27.4	0.941	[illegible]	1.129	1440	1626.19	4.3610	4.3201	0.0252	25.2	
yp/24/06/06	23.5	25	45.35	754.9		28.2	28.2	0.940	[illegible]	1.124	1440	1618.04	4.3996	4.3604	0.0242	24.2	
yp/27/06/06	23.5	25.5	45.82	754.0		27.3	27.3	0.939	[illegible]	1.120	1440	1612.81	4.4737	4.4390	0.0215	21.5	
yp/30/06/06	24	25.5	46.28	753.3		27.7	27.7	0.939	[illegible]	1.118	1440	1610.07	4.3921	4.3588	0.0207	20.7	

แบบบันทึกผลการทดสอบหาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler ณ. สถานีตรวจวัดโรงพยาบาลเทศบาล ตลาดวโรรส

รหัส filter	Calculation					$Q_{std.} = \{ Qa \times [Pav / 760] \times [298 / (273 + Tav)] \}$							$PM_{10}\ (mg/m^3) = \{ (A-B) \times 10^3 \} / V_{std}$				หมายเหตุ
	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	Temp. Ave.	(Pav - Pf) / Pav	Qa	$Q_{std.}$	Time	ปริมาตรอากาศ	Weight of Filter		PM 10		
	($in H_2O$)		(1.87 x $in H_2O$)	(mm. Hg)	(^oC)	(^oC)	(^oC)	(mm. Hg)	(m^3/min)	(m^3/min)	(min)	(m^3)	(g)		mg/m^3	ug/m^3	
	Initial	Final	(mm. Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.} = Q_{std} \times t$	Final (A)	Initial (B)			
hp/17/06/05	21.9	23.2	42.22	751.8		27.8	27.8	0.944	1.102	1.138	1440	1639.16	4.5041	4.4346	0.0424	42.4	
hp/20/06/05	22.4	23.6	43.01	754.0		27.6	27.6	0.943	1.103	1.140	1440	1640.91	4.4804	4.4233	0.0348	34.8	
hp/23/06/05	21.5	23.5	42.05	753.6		27.8	27.8	0.944	1.104	1.141	1440	1643.52	4.4891	4.4360	0.0323	32.3	
hp/26/06/05	22.2	23.1	42.33	753.8		27.6	27.6	0.944	1.105	1.142	1440	1644.05	4.4749	4.4258	0.0299	29.9	
hp/29/06/05	20.6	22.7	40.49	753.2		29.6	29.6	0.946	1.107	1.144	1440	1647.38	4.4946	4.4375	0.0347	34.7	
hp/02/07/05	22.1	23.3	42.40	754.3		28.0	28.0	0.944	1.104	1.142	1440	1644.10	4.4506	4.3968	0.0327	32.7	
hp/05/07/05	22.5	23.2	42.73	753.4		29.3	29.3	0.943	1.098	1.135	1440	1634.45	4.5450	4.4959	0.0300	30.0	
hp/08/07/05	22.1	22.7	41.89	753.2		28.6	28.6	0.944	1.101	1.139	1440	1640.23	4.4768	4.4309	0.0280	28.0	
hp/11/07/05	23.5	24.5	44.88	755.3		29.9	29.9	0.941	1.093	1.130	1440	1627.16	4.5500	4.4834	0.0409	40.9	
hp/14/07/05	23.5	24.4	44.79	758.0		25.9	25.9	0.941	1.103	1.142	1440	1643.79	4.5909	4.5475	0.0264	26.4	
hp/17/07/05	23.3	24.8	44.97	753.9		28.7	28.7	0.940	1.088	1.126	1440	1621.41	4.5334	4.4686	0.0399	39.9	
hp/20/07/05	22.8	23.5	43.29	753.2		26.9	26.9	0.943	1.101	1.139	1440	1640.49	4.4545	4.4098	0.0273	27.3	
hp/23/07/05	22.7	24.0	43.66	752.0		26.5	26.5	0.942	1.098	1.134	1440	1633.55	4.5096	4.4754	0.0209	20.9	
hp/26/07/05	22.9	24.2	44.04	753.6		25.24	25.2	0.942	1.102	1.140	1440	1641.10	4.4632	4.3974	0.0401	40.1	
hp/29/07/05	23.1	23.8	43.85	751.9		27.7	27.7	0.942	1.093	1.132	1440	1629.87	4.4313	4.3801	0.0314	31.4	
hp/01/08/05	22.7	23.8	43.48	752.9		24.7	24.7	0.942	1.102	1.140	1440'	1641.12	4.4396	4.3850	0.0333	33.3	
hp/04/08/05	23.9	25.0	45.72	753.2		26.6	26.6	0.939	1.088	1.126	1440	1621.58	4.5456	4.4750	0.0435	43.5	
hp/07/08/05	23.7	25.1	45.63	752.3		26.4	26.4	0.939	1.087	1.125	1440	1620.06	4.5355	4.4698	0.0405	40.5	
hp/10/08/05	23.7	25.0	45.53	757.6		27.1	27.1	0.940	1.098	1.135	1440	1633.76	4.4987	4.4478	0.0311	31.1	
hp/13/08/05	23.2	25.0	45.07	752.9		24.61	24.6	0.940	1.095	1.133	1440	1631.59	4.4909	4.4425	0.0297	29.7	
hp/16/08/05	24.1	25.2	46.10	753.1		25.77	25.8	0.939	1.089	1.127	1440	1623.35	4.5808	4.4967	0.0518	51.8	
hp/19/08/05	23.3	25.5	45.63	756.0		25.7	25.7	0.940	1.098	1.135	1440	1634.94	4.5668	4.4725	0.0577	57.7	
hp/22/08/05	23.9	25.9	46.56	755.8		26.2	26.2	0.938	1.089	1.127	1440	1622.22	4.6133	4.4873	0.0777	77.7	
hp/25/08/05	23.8	25.2	45.82	754.8		27.7	27.7	0.939	1.088	1.126	1440	1622.00	4.5490	4.4843	0.0399	39.9	
hp/28/08/05	24.0	26.0	46.75	754.1		25.7	25.7	0.938	1.087	1.125	1440	1620.03	4.5953	4.5025	0.0573	57.3	

แบบบันทึกผลการทดสอบหาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler ณ. สถานีตรวจวัดโรงพยาบาลเทศบาล ตลาดวโรรส

รหัส filter	Calculation					$Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }							PM_{10} (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / V_{std}				หมายเหตุ
	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. I	Temp. 2	Temp. Ave.	Pav - Pf) / Pav	Qa	$Q_{std.}$	Time	ปริมาตรอากาศ	Weight of Filter		PM 10		
	(in H_2O)		(1.87 x in H_2O	(mm. Hg)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm. Hg)	(m^3 / min)	(m^3 / min)	(min)	(m^3)	(g)		mg / m^3	ug / m^3	
	Initial	Final	(mm. Hg)	(Pav)	(Tav I)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.}$ =Q_{std} x t	Final (A)	Initial (B)			
hp/31/08/05	24.0	24.8	45.63	751.6		26.1	26.1	0.939	1.161	1.124	1440	1619.00	4.5333	4.4852	0.0297	29.7	
hp/03/09/05	23.3	24.3	44.51	754.8		23.3	23.3	0.941	1.176	1.141	1440	1643.54	4.5603	4.5022	0.0353	35.3	
hp/06/09/05	24.2	24.8	45.82	755.5		26.6	26.6	0.939	1.162	1.129	1440	1626.40	4.5561	4.4829	0.0450	45.0	
hp/09/09/05	23.3	24.2	44.41	756.1		26.0	26.0	0.941	1.173	1.138	1440	1639.05	4.5353	4.4852	0.0306	30.6	
hp/12/09/05	21.3	22.7	41.14	756.0		25.5	25.5	0.946	1.186	1.156	1440	1664.67	4.4196	4.3645	0.0331	33.1	
hp/15/09/05	21.5	23.2	41.79	756.6		24.9	24.9	0.945	1.185	1.155	1440	1662.89	4.4068	4.3461	0.0365	36.5	
hp/18/09/05	22.5	22.7	42.26	753.0		26.5	26.5	0.944	1.173	1.143	1440	1645.85	4.3815	4.3392	0.0257	25.7	
hp/21/09/05	22.0	23.3	42.36	756.8		25.7	25.7	0.944	1.181	1.151	1440	1656.89	4.3999	4.3459	0.0325	32.5	
hp/24/09/05	22.5	24.0	43.48	754.6		26.8	26.8	0.942	1.168	1.138	1440	1638.56	4.4735	4.4164	0.0349	34.9	
hp/27/09/05	22.6	23.7	43.29	753.6		27.1	27.1	0.943	1.169	1.139	1440	1640.84	4.4862	4.4280	0.0355	35.5	
hp/30/09/05	22.2	23.0	42.26	758.9		25.2	25.2	0.944	1.185	1.155	1440	1662.90	4.4713	4.4350	0.0218	21.8	
hp/03/10/05	23.3	23.9	44.13	756.2		25.0	25.0	0.942	1.174	1.144	1440	1647.75	4.5379	4.4555	0.0500	50.0	
hp/06/10/05	22.7	23.5	43.20	757.4		26.5	26.5	0.943	1.176	1.146	1440	1650.88	4.5432	4.4400	0.0625	62.5	
hp/09/10/05	23	25	44.88	758.6		24.5	24.5	0.941	1.175	1.145	1440	1648.70	4.5382	4.4499	0.0535	53.5	
hp/12/10/05	22.6	23.6	43.20	757.2		26.9	26.9	0.943	1.175	1.145	1440	1649.02	4.5216	4.4201	0.0616	61.6	
hp/15/10/05	22.7	23.5	43.20	758.1		27.0	27.0	0.943	1.176	1.146	1440	1650.69	4.5242	4.4465	0.0471	47.1	
hp/18/10/05	26.7	27.6	50.77	759.4		26.5	26.5	0.933	1.160	1.112	1440	1601.98	4.5424	4.4487	0.0585	58.5	
hp/21/10/05	22.5	23.5	43.01	759.6		26.0	26.0	0.943	1.178	1.150	1440	1656.60	4.5330	4.4306	0.0618	61.8	
hp/24/10/05	22.8	23.7	43.48	759.5		25.7	25.7	0.943	1.179	1.151	1440	1657.52	4.4698	4.3673	0.0619	61.9	
hp/27/10/05	23	23.3	43.29	759.5		25.9	25.9	0.943	1.179	1.151	1440	1656.92	4.4300	4.3401	0.0543	54.3	
hp/30/10/05	22.2	22.5	41.79	758.0		23.4	23.4	0.945	1.181	1.153	1440	1660.48	4.4262	4.3816	0.0269	26.9	
hp/02/11/05	22.3	23.6	42.92	757.3		25.4	25.4	0.943	1.177	1.148	1440	1653.22	4.4815	4.4069	0.0451	45.1	
hp/05/11/05	22.3	23	42.36	758.4		25.3	25.3	0.944	1.179	1.154	1440	1661.75	4.4095	4.3238	0.0515	51.5	
hp/08/11/05	22	22.5	41.61	758.9		26.0	26.0	0.945	1.182	1.156	1440	1665.30	4.3968	4.3339	0.0378	37.8	
hp/11/11/05	21.8	23.2	42.08	756.5		26.5	26.5	0.944	1.176	1.148	1440	1653.74	4.3623	4.3063	0.0339	33.9	

แบบบันทึกผลการทดสอบหาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler ณ. สถานีตรวจวัดโรงพยาบาลเทศบาล ตลาดวโรรส

รหัส filter	Calculation					$Q_{std.} = \{ Qa \times [Pav / 760] \times [298 / (273 + Tav)] \}$							PM_{10} (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / V_{std}				หมายเหตุ
	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	Temp. Ave.	Pav - Pf) / Pav	Qa	$Q_{std.}$	Time	ปริมาตรอากาศ	Weight of Filter		PM 10		
	(in H_2O)		(1.87 x in H_2O	(mm. Hg)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm. Hg)	(m^3 / min)	(m^3 / min)	(min)	(m^3)	(g)				
	Initial	Final	(mm. Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.} = Q_{std} \times t$	Final (A)	Initial (B)	mg / m^3	ug / m^3	
hp/14/11/05	21.7	23	41.79	756.6		25.9	25.9	0.945	[illegible]	1.153	1440	1660.41	4.4056	4.3285	0.0465	46.5	
hp/17/11/05	22.3	23.3	42.64	758.3		26.4	26.4	0.944	[illegible]	1.151	1440	1657.78	4.5569	4.4669	0.0542	54.2	
hp/20/11/05	21.8	22.2	41.14	761.0		24.7	24.7	0.946	[illegible]	1.165	1440	1677.51	4.5427	4.4772	0.0391	39.1	
hp/23/11/05	21.8	22.4	41.33	761.3		20.9	20.9	0.946	[illegible]	1.174	1440	1689.85	4.5459	4.4649	0.0479	47.9	
hp/26/11/05	22	24	43.01	759.7		23.8	23.8	0.943	[illegible]	1.155	1440	1662.80	4.5551	4.4591	0.0578	57.8	
hp/30/11/05	21.8	22.7	41.61	756.0		24.0	24.0	0.945	[illegible]	1.156	1440	1664.26	4.5560	4.4583	0.0587	58.7	เก็บแทน วันที่ 29/11/05
hp/02/12/05	21.8	23	41.89	758.8		23.2	23.2	0.945	[illegible]	1.162	1440	1672.91	4.5408	4.4557	0.0509	50.9	
hp/05/12/05	22	23	42.08	757.8		25.1	25.1	0.944	[illegible]	1.154	1440	1661.14	4.5387	4.4773	0.0369	36.9	
hp/08/12/05	21.9	23	41.98	759.5		21.9	21.9	0.945	[illegible]	1.165	1440	1677.78	4.4665	4.3634	0.0615	61.5	
hp/11/12/05	22.5	23.2	42.73	758.8		25.0	25.0	0.944	[illegible]	1.155	1440	1663.41	4.4537	4.3847	0.0415	41.5	
hp/14/12/05	21.8	23	41.89	761.0		22.9	22.9	0.945	[illegible]	1.166	1440	1678.39	4.4911	4.4366	0.0324	32.4	
hp/17/12/05	22	23.2	42.26	762.2		22.2	22.2	0.945	[illegible]	1.169	1440	1683.33	4.5195	4.4383	0.0482	48.2	
hp/20/12/05	21.5	22.5	41.14	761.2		19.1	19.1	0.946	[illegible]	1.177	1440	1695.58	4.4656	4.3411	0.0734	73.4	
hp/23/12/05	21.3	23	41.42	760.9		18.8	18.8	0.946	[illegible]	1.178	1440	1695.69	4.4760	4.3333	0.0842	84.2	
hp/26/12/05	21.7	23	41.79	760.4		20.6	20.6	0.945	[illegible]	1.169	1440	1683.60	4.5333	4.3567	0.1049	104.9	
hp/29/12/05	21.7	22.8	41.61	760.8		20.5	20.5	0.945	[illegible]	1.170	1440	1684.86	4.4233	4.3473	0.0451	45.1	
hp/01/01/06	21.7	22.4	41.23	760.7		21.0	21.0	0.946	[illegible]	1.173	1440	1688.40	4.3785	4.3130	0.0388	38.8	
hp/04/01/06	21.6	22.6	41.33	758.1		20.3	20.3	0.945	[illegible]	1.169	1440	1683.58	4.4125	4.3467	0.0391	39.1	
hp/07/01/06	21.9	22.9	41.89	759.3		23.9	23.9	0.945	[illegible]	1.161	1440	1671.93	4.4384	4.3418	0.0578	57.8	
hp/10/01/06	21.8	22.9	41.79	758.6		21.7	21.7	0.945	[illegible]	1.164	1440	1676.25	4.4406	4.3320	0.0648	64.8	
hp/13/01/06	21.9	22.9	41.89	757.8		20.9	20.9	0.945	[illegible]	1.164	1440	1676.59	4.4901	4.3927	0.0581	58.1	

แบบบันทึกผลการทดสอบหาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler ณ. สถานีตรวจวัดโรงพยาบาลเทศบาล ตลาดวโรรส

รหัส filter	Calculation					$Q_{std.} = \{ Qa \times [Pav / 760] \times [298 / (273 + Tav)] \}$							$PM_{10}\ (mg/m^3) = \{ (A-B) \times 10^3 \} / V_{std}$				หมายเหตุ
	Filter Pressure (in H_2O)		Pf (1.87 x in H_2O)	Pressure (mm. Hg)	Temp. 1 (°C)	Temp. 2 (°C)	Temp. Ave. (°C)	Pav - Pf) / Pav (mm. Hg)	Qa (m^3 / min)	$Q_{std.}$ (m^3 / min)	Time (min)	ปริมาตรอากาศ (m^3)	Weight of Filter (g)		PM 10		
	Initial	Final	(mm. Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.} = Q_{std} \times t$	Final (A)	Initial (B)	mg / m^3	ug / m^3	
hp/16/01/06	21.8	23.3	42.17	757.4		19.2	19.2	0.944	1.165	1.164	1440	1676.45	4.4464	4.3497	0.0577	57.7	
hp/19/01/06	22	23	42.08	757.0		20.7	20.7	0.944	1.161	1.161	1440	1671.45	4.4331	4.3399	0.0558	55.8	
hp/22/01/06	22	22.8	41.89	757.2		21.2	21.2	0.945	1.162	1.163	1440	1674.85	4.5086	4.4345	0.0443	44.3	
hp/25/01/06	22.2	23	42.26	761.3		23.1	23.1	0.944	1.163	1.163	1440	1674.06	4.5668	4.4414	0.0749	74.9	
hp/28/01/06	21.7	22.7	41.51	758.9		21.0	21.0	0.945	1.165	1.166	1440	1679.24	4.5407	4.4473	0.0557	55.7	
hp/31/01/06	22.1	23.1	42.26	761.5		22.5	22.5	0.945	1.166	1.167	1440	1680.50	4.5480	4.4396	0.0645	64.5	
hp/03/02/06	22	23.3	42.36	761.1		24.0	24.0	0.944	1.160	1.161	1440	1671.19	4.5119	4.4308	0.0485	48.5	
hp/06/02/06	22.3	22.9	42.26	759.9		23.1	23.1	0.944	1.160	1.161	1440	1671.12	4.5132	4.4298	0.0499	49.9	
hp/09/02/06	22.3	22.8	42.17	762.2		22.9	22.9	0.945	1.166	1.167	1440	1680.81	4.5640	4.4696	0.0562	56.2	
hp/12/02/06	22.4	23.5	42.92	759.8		24.6	24.6	0.944	1.157	1.158	1440	1666.84	4.5057	4.4269	0.0473	47.3	
hp/15/02/06	22.1	23.4	42.54	757.2		23.0	23.0	0.944	1.156	1.157	1440	1665.74	4.5153	4.4306	0.0508	50.8	
hp/18/02/06	23.4	24	44.32	757.6		26.0	26.0	0.942	1.143	1.144	1440	1647.52	4.4903	4.4168	0.0446	44.6	
hp/21/02/06	22.3	23.7	43.01	757.0		26.1	26.1	0.943	1.146	1.147	1440	1651.09	4.5013	4.4266	0.0452	45.2	
hp/24/02/06	24.8	26.3	47.78	756.3		27.8	27.8	0.937	1.120	1.121	1440	1613.93	4.5951	4.5097	0.0529	52.9	
hp/27/02/06	24.7	27.8	49.09	755.7		25.7	25.7	0.935	1.115	1.116	1440	1607.67	4.6733	4.5394	0.0833	83.3	
hp/02/03/06	25.2	26.6	48.43	757.8		27.5	27.5	0.936	1.119	1.120	1440	1613.24	4.6297	4.5051	0.0772	77.2	
hp/05/03/06	25.4	27	48.99	757.9		27.3	27.3	0.935	1.116	1.117	1440	1608.49	4.5886	4.4865	0.0635	63.5	
hp/08/03/06	26	30.5	52.83	758.1		28.3	28.3	0.930	1.095	1.096	1440	1577.89	4.6522	4.5065	0.0924	92.4	
hp/11/03/06	26.7	33	55.82	754.9		28.4	28.4	0.926	1.074	1.075	1440	1547.63	4.6866	4.5111	0.1134	113.4	
hp/14/03/06	26.1	26.5	49.18	757.9		28.8	28.8	0.935	1.113	1.114	1440	1603.77	4.5629	4.4721	0.0566	56.6	
hp/17/03/06	25.8	37	58.72	754.8		28.1	28.1	0.922	1.058	1.059	1440	1524.56	4.6771	4.5013	0.1153	115.3	PF สูงมาก
hp/20/03/06	25.8	27	49.37	754.8		29.5	29.5	0.935	1.107	1.108	1440	1595.33	4.5901	4.5270	0.0395	39.5	
hp/23/03/06	26	30.5	52.83	753.6		26.5	26.5	0.930	1.092	1.093	1440	1573.23	4.7029	4.4831	0.1397	139.7	PF สูงมาก
hp/26/03/06	26	32	54.23	754.9		29.9	29.9	0.928	1.079	1.080	1440	1555.86	4.5763	4.4116	0.1059	105.9	
hp/29/03/06	26	25	47.69	757.5		26.1	26.1	0.937	1.125	1.126	1440	1621.39	4.5263	4.4263	0.0616	61.6	
hp/01/04/06	24.5	26	47.22	756.4		25.7	25.7	0.938	1.127	1.128	1440	1624.67	4.5296	4.4168	0.0694	69.4	
hp/04/04/06	25	27	48.62	755.4		29.0	29.0	0.936	1.113	1.114	1440	1603.73	4.4963	4.3984	0.0610	61.0	
hp/07/04/06	24.5	26	47.22	755.1		30.8	30.8	0.937	1.113	1.114	1440	1603.51	4.5308	4.4264	0.0651	65.1	
hp/10/04/06	25	27.5	49.09	754.3		30.5	30.5	0.935	1.104	1.105	1440	1591.15	4.6118	4.4664	0.0914	91.4	

แบบบันทึกผลการทดสอบหาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler ณ. สถานีตรวจวัดโรงพยาบาลเทศบาล ตลาดวโรรส

รหัส filter	Calculation					$Q_{std.} = \{ Qa \times [Pav / 760] \times [298 / (273 + Tav)] \}$							PM_{10} (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / V_{std}				หมายเหตุ
	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	Temp. Ave.	Pav - Pf) / Pav	Qa	$Q_{std.}$	Time	ปริมาตรอากาศ	Weight of Filter		PM 10		
	(in H_2O)		(1.87 x in H_2O	(mm. Hg)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm. Hg)	(m^3 / min)	(m^3 / min)	(min)	(m^3)	(g)		mg / m^3	ug / m^3	
	Initial	Final	(mm. Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.} = Q_{std} \times t$	Final (A)	Initial (B)			
hp/13/04/06	25.5	28	50.02	754.7		31.8	31.8	0.934	[illegible]	1.100	1440	1584.01	4.5494	4.4493	0.0632	63.2	
hp/16/04/06	25.5	25	47.22	757.2		26.4	26.4	0.938	[illegible]	1.128	1440	1624.76	4.4874	4.4596	0.0171	17.1	
hp/19/04/06	24	25	45.82	758.1		28.2	28.2	0.940	[illegible]	1.133	1440	1631.94	4.4815	4.4417	0.0244	24.4	
hp/22/04/06	24	25.5	46.28	754.8		27.7	27.7	0.939	[illegible]	1.126	1440	1622.14	4.4533	4.4148	0.0238	23.8	
hp/25/04/06	24.5	25	46.28	755.5		27.0	27.0	0.939	[illegible]	1.129	1440	1625.22	4.4685	4.4387	0.0183	18.3	
hp/28/04/06	25	26	47.69	755.1		26.1	26.1	0.937	[illegible]	1.122	1440	1616.24	4.4534	4.4331	0.0126	12.6	
hp/01/05/06	25.5	27	49.09	755.6		28.3	28.3	0.935	[illegible]	1.111	1440	1600.54	4.5023	4.4610	0.0258	25.8	
hp/04/05/06	26	27.5	50.02	756.1		30.3	30.3	0.934	[illegible]	1.105	1440	1591.51	4.4907	4.4424	0.0304	30.4	
hp/07/05/06	26	27.5	50.02	755.4		30.1	30.1	0.934	[illegible]	1.105	1440	1590.50	4.4444	4.4107	0.0212	21.2	
hp/10/05/06	25.5	27	49.09	755.7		27.4	27.4	0.935	[illegible]	1.114	1440	1603.44	4.4652	4.4395	0.0160	16.0	
hp/13/05/06	26	28	50.49	756.5		30.0	30.0	0.933	[illegible]	1.102	1440	1587.23	4.4789	4.4434	0.0223	22.3	
hp/16/05/06	26	28.5	50.96	758.0		21.3	21.3	0.933	[illegible]	1.121	1440	1613.88	4.4984	4.4574	0.0254	25.4	
hp/19/05/06	27	28	51.43	754.3		24.7	24.7	0.932	[illegible]	1.105	1440	1591.33	4.4921	4.4450	0.0296	29.6	
hp/22/05/06	27	29	52.36	752.9		25.4	25.4	0.930	[illegible]	1.094	1440	1574.91	4.5089	4.4774	0.0200	20.0	
hp/25/05/06	27	29	52.36	755.6		27.1	27.1	0.931	[illegible]	1.098	1440	1581.45	4.5118	4.4716	0.0254	25.4	
hp/28/05/06	26	28	50.49	754.4		28.4	28.4	0.933	[illegible]	1.102	1440	1587.02	4.4155	4.3840	0.0199	19.9	
hp/31/05/06	27.5	28	51.89	755.7		26.2	26.2	0.931	[illegible]	1.100	1440	1584.39	4.4648	4.4511	0.0087	8.7	
hp/03/06/06	27	28	51.43	754.0		26.6	26.6	0.932	[illegible]	1.101	1440	1585.35	4.4640	4.4371	0.0170	17.0	
hp/06/06/06	26.5	24.6	47.78	754.8		27.2	27.2	0.937	[illegible]	1.120	1440	1612.18	4.4815	4.4499	0.0196	19.6	
hp/09/06/06	26.4	28.5	51.33	754.0		28.1	28.1	0.932	[illegible]	-	ERROR	-	4.4452	4.4404	-	-	ไฟดับเก็บได้ไม่ถึงเกณฑ์
hp/12/06/06	26	28	50.49	753.3		27.9	27.9	0.933	[illegible]	1.101	1440	1585.67	4.3919	4.3495	0.0267	26.7	
hp/15/06/06	25.5	28	50.02	753.4		28.8	28.8	0.934	[illegible]	1.104	1440	1589.68	4.4040	4.3623	0.0262	26.2	
hp/18/06/06	26.5	26.5	49.56	753.2		27.8	27.8	0.934	[illegible]	1.105	1380	1525.32	4.3559	4.3451	0.0070	7.0	
hp/21/06/06	26.5	28	50.96	755.0		27.4	27.4	0.933	[illegible]	1.105	1440	1590.70	4.3749	4.3439	0.0195	19.5	
hp/24/06/06	26.5	28.5	51.43	754.9		28.2	28.2	0.932	[illegible]	1.099	1440	1582.66	4.3645	4.3358	0.0181	18.1	
hp/27/06/06	27.5	28.5	52.36	754.0		27.3	27.3	0.931	[illegible]	1.095	1440	1577.37	4.3506	4.3285	0.0140	14.0	
hp/30/06/06	26.5	28	50.96	753.3		27.7	27.7	0.932	[illegible]	1.097	1440	1580.37	4.3375	4.3185	0.0120	12.0	

แบบบันทึกผลการทดสอบหาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler ณ. สถานีหน้าที่ว่าการอำเภอ อ.สารภี

รหัส filter	Calculation					$Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }							PM_{10} (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / V_{std}				หมายเหตุ
	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	Temp. Ave.	(Pav - Pf) / Pav	Qa	$Q_{std.}$	Time	ปริมาตรอากาศ	Weight of Filter		PM 10		
	(in H_2O)		(1.87 x in H_2O)	(mm. Hg)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm. Hg)	(m^3 / min)	(m^3 / min)	(min)	(m^3)	(g)		mg/m^3	ug/m^3	
	Initial	Final	(mm. Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.} = Q_{std} \times t$	Final (A)	Initial (B)			
sp/17/06/05	16.8	17.1	31.70	732.3		28.6	28.6	0.957	[illegible]	1.142	1320	1506.96	4.4679	4.4150	0.0351	35.1	
sp/20/06/05	17.6	18.4	33.66	734.4		27.8	27.8	0.954	[illegible]	1.139	1380	1571.36	4.4633	4.4158	0.0302	30.2	
sp/23/06/05	18.6	19.0	35.11	734.3		27.7	27.7	0.952	[illegible]	1.133	1415	1603.53	4.4387	4.4124	0.0164	16.4	
sp/26/06/05	17.5	18.1	33.29	734.4		28.3	28.3	0.955	[illegible]	1.141	1423	1623.18	4.4361	4.3995	0.0225	22.5	
sp/29/06/05	21.9	22.1	41.09	733.9		28.8	28.8	0.944	[illegible]	1.107	1401	1550.94	4.4991	4.4548	0.0286	28.6	
sp/02/07/05	21.4	22.6	41.14	734.8		28.6	28.6	0.944	[illegible]	1.109	1404	1557.13	4.4668	4.4227	0.0283	28.3	
sp/05/07/05	21.6	21.5	40.25	734.0		29.1	29.1	0.945	[illegible]	1.109	1320	1464.42	4.4755	4.4323	0.0295	29.5	
sp/08/07/05	22.0	22.5	41.51	734.0		30.0	30.0	0.943	[illegible]	1.102	1422	1566.90	4.4593	4.4235	0.0228	22.8	
sp/11/07/05	23.8	24.5	45.07	736.1		30.4	30.4	0.939	[illegible]	1.092	1440	1572.40	4.5735	4.4994	0.0471	47.1	
sp/14/07/05	23.4	23.7	43.99	738.3		26.5	26.5	0.940	[illegible]	1.106	1380	1525.72	4.4602	4.4306	0.0194	19.4	
sp/17/07/05	23.2	24.3	44.37	734.5		29.1	29.1	0.940	[illegible]	1.096	1440	1577.58	4.5092	4.4203	0.0564	56.4	
sp/20/07/05	23.4	24.4	44.65	733.7		28.3	28.3	0.939	[illegible]	1.093	1440	1573.42	4.4882	4.4371	0.0324	32.4	
sp/23/07/05	23.5	23.9	44.27	732.4		27.6	27.6	0.940	[illegible]	1.095	1440	1576.95	4.4624	4.4092	0.0337	33.7	
sp/26/07/05	23.1	23.8	43.76	733.8		26.0	26.0	0.940	[illegible]	1.100	1440	1583.75	4.4907	4.4350	0.0352	35.2	
sp/29/07/05	23.5	24.2	44.51	732.0		29.0	29.0	0.939	[illegible]	1.089	1440	1567.78	4.4652	4.4024	0.0400	40.0	
sp/01/08/05	23.2	23.9	43.99	733.0		24.3	24.3	0.940	[illegible]	1.106	1440	1591.96	4.4467	4.3868	0.0376	37.6	
sp/04/08/05	24.1	24.6	45.49	733.9		28.7	28.7	0.938	[illegible]	1.089	1440	1567.74	4.5344	4.4574	0.0491	49.1	
sp/07/08/05	24.0	24.8	45.53	732.8		28.2	28.2	0.938	[illegible]	1.088	1440	1566.54	4.5146	4.4549	0.0381	38.1	
sp/10/08/05	23.8	24.9	45.53	732.2		27.7	27.7	0.938	[illegible]	1.088	1440	1566.26	4.4995	4.4490	0.0323	32.3	
sp/13/08/05	23.7	24.7	45.25	732.9		24.8	24.8	0.938	[illegible]	1.095	1440	1576.66	4.5029	4.4526	0.0319	31.9	
sp/16/08/05	24.2	25.0	46.00	733.7		26.9	26.9	0.937	[illegible]	1.089	1440	1567.67	4.5753	4.5212	0.0345	34.5	
sp/19/08/05	24.3	25.1	46.10	736.3		26.0	26.0	0.937	[illegible]	1.094	1440	1575.33	4.5888	4.5137	0.0476	47.6	
sp/22/08/05	23.7	24.7	45.25	736.4		28.6	28.6	0.939	[illegible]	1.096	1440	1578.12	4.5576	4.4637	0.0595	59.5	
sp/25/08/05	23.9	24.6	45.35	735.4		28.8	28.8	0.938	[illegible]	1.091	1440	1570.66	4.5327	4.4919	0.0260	26.0	
sp/28/08/05	24.1	24.9	45.77	734.6		27.7	27.7	0.938	[illegible]	1.091	1440	1571.63	4.5613	4.4907	0.0449	44.9	

แบบบันทึกผลการทดสอบหาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler ณ. สถานีหน้าที่ว่าการอำเภอ อ.สารภี

รหัส filter	Calculation					$Q_{std.} = \{ Qa \times [Pav / 760] \times [298 / (273 + Tav)] \}$							$PM_{10}\ (mg/m^3) = \{ (A-B) \times 10^3 \} / V_{std}$				หมายเหตุ
	Filter Pressure ($in\ H_2O$)		Pf ($1.87 \times in\ H_2O$)	Pressure (mm. Hg)	Temp. 1 (°C)	Temp. 2 (°C)	Temp. Ave. (°C)	(Pav - Pf) / Pav (mm. Hg)	Qa (m^3/min)	$Q_{std.}$ (m^3/min)	Time (min)	ปริมาตรอากาศ (m^3)	Weight of Filter (g)		PM 10		
	Initial	Final	(mm. Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.} = Q_{std} \times t$	Final (A)	Initial (B)	mg/m^3	ug/m^3	
sp/31/08/05	23.9	24.9	45.63	732.3		27.9	27.9	0.938	[illegible]	1.088	1440	1566.18	4.5210	4.4795	0.0265	26.5	
sp/03/09/05	24.0	24.9	45.67	734.9		24.7	24.7	0.938	[illegible]	1.098	1440	1580.94	4.5570	4.5002	0.0360	36.0	
sp/06/09/05	24.0	24.7	45.49	735.9		27.2	27.2	0.938	[illegible]	1.094	1440	1575.86	4.6061	4.5216	0.0536	53.6	
sp/09/09/05	24.0	24.3	45.16	736.5		26.4	26.4	0.939	[illegible]	1.100	1440	1584.43	4.5542	4.5187	0.0224	22.4	
sp/12/09/05	22.0	22.6	41.65	735.5		26.2	26.2	0.943	[illegible]	1.111	1440	1600.40	4.3825	4.3514	0.0194	19.4	
sp/15/09/05	22.3	22.8	42.17	736.7		25.5	25.5	0.943	[illegible]	1.115	1440	1605.09	4.4369	4.3819	0.0343	34.3	
sp/18/09/05	22.1	22.7	41.89	733.7		27.8	27.8	0.943	[illegible]	1.105	1440	1591.35	4.3825	4.3320	0.0317	31.7	
sp/21/09/05	22.5	23.6	43.10	737.2		26.4	26.4	0.942	[illegible]	1.110	1440	1598.51	4.4953	4.4413	0.0338	33.8	
sp/24/09/05	22.7	23.5	43.20	735.2		27.1	27.1	0.941	[illegible]	1.103	1440	1588.17	4.4472	4.4040	0.0273	27.3	
sp/27/09/05	22.3	22.5	41.84	734.2		28.4	28.4	0.943	[illegible]	1.105	1440	1591.11	4.5051	4.4436	0.0386	38.6	
sp/30/09/05	21.2	22.3	40.67	739.1		26.2	26.2	0.945	[illegible]	1.123	1440	1617.13	4.4857	4.4436	0.0260	26.0	
sp/03/10/05	21.9	22.9	41.89	756.5		26.4	26.4	0.945	[illegible]	1.149	1440	1654.48	4.4881	4.4357	0.0317	31.7	
sp/06/10/05	22	22.9	41.98	737.6		27.3	27.3	0.943	[illegible]	1.112	1440	1601.50	4.5544	4.4428	0.0697	69.7	
sp/09/10/05	21.7	23.1	41.89	738.9		26.3	26.3	0.943	[illegible]	1.116	1440	1607.67	4.5079	4.4388	0.0430	43.0	
sp/12/10/05	22.25	23.25	42.54	737.7		28.0	28.0	0.942	[illegible]	1.108	1440	1595.47	4.5178	4.4268	0.0570	57.0	
sp/15/10/05	22.2	23	42.26	738.6		28.0	28.0	0.943	[illegible]	1.112	1440	1601.63	4.4888	4.4188	0.0437	43.7	
sp/18/10/05	22.4	23	42.45	739.9		27.0	27.0	0.943	[illegible]	1.116	1440	1607.07	4.5282	4.4292	0.0616	61.6	
sp/21/10/05	21.7	22.3	41.14	739.9		26.7	26.7	0.944	[illegible]	1.120	1440	1613.29	4.4322	4.3327	0.0617	61.7	
sp/24/10/05	21.9	22.7	41.70	739.7		27.0	27.0	0.944	[illegible]	1.120	1440	1612.24	4.4730	4.3669	0.0658	65.8	
sp/27/10/05	21	23.1	41.23	739.8		27.3	27.3	0.944	[illegible]	1.119	1440	1611.42	4.4751	4.3835	0.0568	56.8	
sp/30/10/05	21.90	22.45	41.47	737.9		27.7	27.7	0.944	[illegible]	1.110	1440	1598.03	4.3693	4.3316	0.0236	23.6	
sp/02/11/05	21.8	22.8	41.70	737.6		25.6	25.6	0.943	[illegible]	1.116	1440	1606.52	4.4213	4.3589	0.0389	38.9	
sp/05/11/05	21.75	22.55	41.42	738.8		25.9	25.9	0.944	[illegible]	1.120	1440	1613.01	4.4260	4.3338	0.0572	57.2	
sp/08/11/05	21.35	22.45	40.95	739.2		26.2	26.2	0.945	[illegible]	1.123	1440	1617.02	4.3959	4.3169	0.0489	48.9	
sp/11/11/05	21.8	22.4	41.33	737.0		26.8	26.8	0.944	[illegible]	0.000	ND	-	4.2990	4.2931	-	-	เก็บได้ไม่ถึง 22 ช.ม.

แบบบันทึกผลการทดสอบหาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler ณ. สถานีหน้าที่ว่าการอำเภอ อ.สารภี

รหัส filter	Calculation					$Q_{std.} = \{ Qa \times [Pav / 760] \times [298 / (273 + Tav)] \}$							PM_{10} (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / V_{std}				หมายเหตุ
	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	Temp. Ave.	(Pav - Pf) / Pav	Qa	$Q_{std.}$	Time	ปริมาตรอากาศ	Weight of Filter		PM 10		
	(in H_2O)		(1.87 x in H_2O)	(mm. Hg)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm. Hg)	(m^3 / min)	(m^3 / min)	(min)	(m^3)	(g)		mg / m^3	ug / m^3	
	Initial	Final	(mm. Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.} = Q_{std} \times t$	Final (A)	Initial (B)			
sp/14/11/05	21.2	21.8	40.21	737.0		27.2	27.2	0.945	[illegible]	1.118	1440	1609.59	4.3911	4.3076	0.0519	51.9	
sp/17/11/05	21	22	40.21	738.6		26.9	26.9	0.946	[illegible]	1.124	1440	1618.43	4.5506	4.4806	0.0432	43.2	
sp/20/11/05	21.1	21.8	40.11	741.0		25.8	25.8	0.946	[illegible]	1.130	1440	1626.56	4.5360	4.4524	0.0514	51.4	
sp/23/11/05	20.95	22.05	40.21	741.0		22.1	22.1	0.946	[illegible]	1.136	1440	1636.53	4.5503	4.4443	0.0648	64.8	
sp/26/11/05	21.5	22.5	41.14	739.7		24.0	24.0	0.944	[illegible]	1.125	1440	1620.30	4.5751	4.4666	0.0669	66.9	
sp/29/11/05	21.6	22.55	41.28	738.3		25.0	25.0	0.944	[illegible]	1.121	1440	1614.45	4.5476	4.4540	0.0580	58.0	
sp/02/12/05	21	23	41.14	738.7		24.5	24.5	0.944	[illegible]	1.123	1440	1616.65	4.6044	4.4815	0.0760	76.0	
sp/05/12/05	21.7	22.25	41.09	737.8		26.4	26.4	0.944	[illegible]	1.118	1440	1609.66	4.5239	4.4715	0.0325	32.5	
sp/08/12/05	21.3	23	41.42	739.4		22.9	22.9	0.944	[illegible]	1.127	1440	1622.64	4.5002	4.3737	0.0780	78.0	
sp/11/12/05	22.25	22.9	42.22	738.9		25.6	25.6	0.943	[illegible]	1.118	1440	1609.74	4.4930	4.4144	0.0489	48.9	
sp/14/12/05	21.8	22.6	41.51	740.8		23.0	23.0	0.944	[illegible]	1.128	1440	1624.85	4.4975	4.4525	0.0277	27.7	
sp/17/12/05	21.6	22.7	41.42	741.8		21.4	21.4	0.944	[illegible]	1.133	1440	1631.60	4.5264	4.4570	0.0426	42.6	
sp/20/12/05	21.05	22.45	40.67	740.2		19.5	19.5	0.945	[illegible]	1.137	1440	1637.79	4.4267	4.2733	0.0937	93.7	
sp/23/12/05	21.30	22.3	40.77	740.1		18.9	18.9	0.945	[illegible]	1.138	1440	1638.60	4.4881	4.3371	0.0922	92.2	
sp/26/12/05	21	22.9	41.05	739.5		20.6	20.6	0.944	[illegible]	1.131	1440	1628.83	4.5219	4.3464	0.1077	107.7	
sp/29/12/05	20.4	22.1	39.74	740.5		20.9	20.9	0.946	[illegible]	1.138	1440	1638.53	4.3901	4.2987	0.0557	55.7	
sp/01/01/06	21.5	22.6	41.23	740.4		21.6	21.6	0.944	[illegible]	1.130	1440	1627.63	4.4044	4.3248	0.0489	48.9	
sp/04/01/06	21.5	22.9	41.51	737.4		20.8	20.8	0.944	[illegible]	1.127	1440	1623.56	4.4376	4.3344	0.0636	63.6	
sp/07/01/06	21.5	22	40.67	739.1		24.2	24.2	0.945	[illegible]	1.127	1440	1622.37	4.4642	4.3356	0.0793	79.3	
sp/10/01/06	21.6	23.4	42.08	738.4		22.5	22.5	0.943	[illegible]	1.123	1440	1617.00	4.5202	4.3361	0.1139	113.9	
sp/13/01/06	21.5	22.8	41.42	737.3		22.0	22.0	0.944	[illegible]	1.125	1440	1620.23	4.5102	4.3385	0.1060	106.0	
sp/16/01/06	21	23	41.14	736.7		20.1	20.1	0.944	[illegible]	1.127	1440	1623.55	4.5692	4.3533	0.1330	133.0	
sp/19/01/06	21.7	23.1	41.89	736.5		21.4	21.4	0.943	[illegible]	1.122	1440	1615.58	4.4681	4.3185	0.0926	92.6	
sp/22/01/06	21.3	22.5	40.95	736.6		21.8	21.8	0.944	[illegible]	1.124	1440	1618.91	4.5892	4.4462	0.0883	88.3	
sp/25/01/06	21.5	23	41.61	740.9		24.3	24.3	0.944	[illegible]	1.126	1440	1622.02	4.6145	4.4498	0.1016	101.6	

แบบบันทึกผลการทดสอบหาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler ณ. สถานีหน้าที่ว่าการอำเภอ อ.สารภี

รหัส filter	Calculation					$Q_{std.} = \{ Qa \times [Pav / 760] \times [298 / (273 + Tav)] \}$							$PM_{10}\ (mg/m^3) = \{ (A-B) \times 10^3 \} / V_{std}$				หมายเหตุ
	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	Temp. Ave.	(Pav - Pf) / Pav	Qa	$Q_{std.}$	Time	ปริมาตรอากาศ	Weight of Filter		PM 10		
	(in H_2O)		(1.87 x in H_2O)	(mm. Hg)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm. Hg)	(m^3 / min)	(m^3 / min)	(min)	(m^3)	(g)		mg/m^3	ug/m^3	
	Initial	Final	(mm. Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.} = Q_{std} \times t$	Final (A)	Initial (B)			
sp/28/01/06	21.3	22.7	41.14	738.6		22.1	22.1	0.944	[illegible]	1.127	1440	1622.38	4.6083	4.4420	0.1025	102.5	
sp/31/01/06	21.2	23	41.33	741.1		22.9	22.9	0.944	[illegible]	1.129	1440	1626.05	4.6347	4.4694	0.1017	101.7	
sp/03/02/06	21	22.8	40.95	741.0		24.4	24.4	0.945	[illegible]	1.129	1440	1626.19	4.5420	4.4268	0.0709	70.9	
sp/06/02/06	21.4	22.4	40.95	739.7		23.8	23.8	0.945	[illegible]	1.128	1440	1624.75	4.5596	4.4318	0.0787	78.7	
sp/09/02/06	21.4	22.6	41.14	741.9		23.1	23.1	0.945	[illegible]	1.133	1440	1631.34	4.5605	4.4314	0.0791	79.1	
sp/12/02/06	21.7	22.8	41.61	741.2		24.6	24.6	0.944	[illegible]	1.126	1440	1621.54	4.5550	4.4440	0.0685	68.5	
sp/15/02/06	21.3	22.6	41.05	737.1		24.2	24.2	0.944	[illegible]	1.121	1440	1613.69	4.5764	4.4373	0.0862	86.2	
sp/18/02/06	21.6	23	41.70	737.8		26.5	26.5	0.943	[illegible]	1.114	1440	1604.20	4.5812	4.4612	0.0748	74.8	
sp/21/02/06	21.2	22.7	41.05	737.3		27.3	27.3	0.944	[illegible]	1.115	1440	1606.13	4.5211	4.4257	0.0594	59.4	
sp/24/02/06	23.5	24.7	45.07	737.1		29.0	29.0	0.939	[illegible]	1.096	1440	1578.34	4.6124	4.5006	0.0708	70.8	
sp/27/02/06	23.3	25.4	45.53	736.2		28.3	28.3	0.938	[illegible]	1.093	1440	1573.86	4.6914	4.4992	0.1222	122.2	
sp/02/03/06	23.7	25.2	45.72	737.4		28.0	28.0	0.938	[illegible]	1.095	1440	1577.17	4.6526	4.4811	0.1088	108.8	
sp/05/03/06	23	25.1	44.97	738.2		28.4	28.4	0.939	[illegible]	1.099	1440	1582.47	4.6068	4.4624	0.0913	91.3	
sp/08/03/06	24.2	27	47.87	738.9		27.8	27.8	0.935	[illegible]	1.088	1440	1566.89	4.6816	4.4748	0.1320	132.0	
sp/11/03/06	23.7	26.9	47.31	735.3		28.7	28.7	0.936	[illegible]	1.085	1440	1561.82	4.7320	4.4987	0.1494	149.4	
sp/14/03/06	23.9	24	44.79	735.9		28.8	28.8	0.939	[illegible]	1.095	1440	1576.60	4.5990	4.4818	0.0743	74.3	
sp/17/03/06	23.4	27.5	47.59	735.2		28.2	28.2	0.935	[illegible]	1.082	1440	1557.76	4.7100	4.4871	0.1431	143.1	
sp/20/03/06	23.6	25.3	45.72	735.3		29.5	29.5	0.938	[illegible]	1.090	1440	1568.91	4.6447	4.4764	0.1072	107.2	
sp/23/03/06	23.6	38	57.60	733.9		28.1	28.1	0.922	[illegible]	1.035	1440	1491.02	4.7135	4.5021	0.1418	141.8	PF สูงมาก
sp/26/03/06	22.1	25	44.04	735.4		30.5	30.5	0.940	[illegible]	1.094	1440	1575.89	4.5709	4.3753	0.1241	124.1	
sp/29/03/06	23.8	24.5	45.16	737.5		27.5	27.5	0.939	[illegible]	1.100	1440	1583.92	4.6090	4.4906	0.0748	74.8	
sp/01/04/06	21.9	23.5	42.45	736.5		26.7	26.7	0.942	[illegible]	1.109	1440	1596.34	4.5326	4.4398	0.0582	58.2	
sp/04/04/06	21.7	23.3	42.08	736.2		30.8	30.8	0.943	[illegible]	1.104	1440	1589.44	4.5206	4.4124	0.0681	68.1	
sp/07/04/06	22	23.5	42.54	735.7		31.1	31.1	0.942	[illegible]	1.100	1440	1583.56	4.5448	4.4498	0.0600	60.0	
sp/10/04/06	22.1	23.7	42.82	735.1		30.7	30.7	0.942	[illegible]	1.100	1440	1583.33	4.5884	4.4465	0.0896	89.6	

แบบบันทึกผลการทดสอบหาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler ณ. สถานีหน้าที่ว่าการอำเภอ อ.สารภี

รหัส filter	Calculation					$Q_{std.} = \{ Qa \times [Pav / 760] \times [298 / (273 + Tav)] \}$							$PM_{10}\ (mg/m^3) = \{ (A-B) \times 10^3 \} / V_{std}$				หมายเหตุ
	Filter Pressure ($in\ H_2O$)		Pf ($1.87 \times in\ H_2O$)	Pressure (mm. Hg)	Temp. 1 (°C)	Temp. 2 (°C)	Temp. Ave. (°C)	(Pav - Pf) / Pav (mm. Hg)	Qa (m^3/min)	$Q_{std.}$ (m^3/min)	Time (min)	ปริมาตรอากาศ (m^3)	Weight of Filter (g)		PM 10		
	Initial	Final	(mm. Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.} = Q_{std} \times t$	Final (A)	Initial (B)	mg/m^3	ug/m^3	
sp/13/04/06	22.4	23.3	42.73	735.5		32.1	32.1	0.942	[illegible]	1.098	1440	1580.69	4.5484	4.4395	0.0689	68.9	
sp/16/04/06	22.1	23.4	42.54	737.3		26.9	26.9	0.942	[illegible]	1.110	1440	1597.74	4.4703	4.4207	0.0310	31.0	
sp/19/04/06	21.9	22.4	41.42	738.2		27.9	27.9	0.944	[illegible]	1.116	1440	1606.49	4.4579	4.4216	0.0226	22.6	
sp/22/04/06	21.8	22.5	41.42	735.3		28.6	28.6	0.944	[illegible]	1.110	1440	1598.12	4.4915	4.4466	0.0281	28.1	
sp/25/04/06	21.8	22.6	41.51	735.8		28.6	28.6	0.944	[illegible]	1.111	1440	1599.22	4.3978	4.3620	0.0224	22.4	
sp/28/04/06	23.2	23.7	43.85	735.3		25.8	25.8	0.940	[illegible]	1.103	1440	1587.71	4.4804	4.4512	0.0184	18.4	
sp/01/05/06	22.3	22.9	42.26	736.1		29.0	29.0	0.943	[illegible]	1.107	1440	1593.68	4.4413	4.3615	0.0501	50.1	
sp/04/05/06	23	24.4	44.32	736.8		31.0	31.0	0.940	[illegible]	1.095	1440	1577.38	4.5158	4.4379	0.0494	49.4	
sp/07/05/06	23.1	23.7	43.76	735.9		30.4	30.4	0.941	[illegible]	1.098	1440	1581.38	4.4956	4.4408	0.0346	34.6	
sp/10/05/06	23.3	23.7	43.95	735.9		28.3	28.3	0.940	[illegible]	1.099	1440	1582.77	4.5061	4.4814	0.0157	15.7	
sp/13/05/06	23.4	24	44.32	737.3		30.1	30.1	0.940	[illegible]	1.098	1440	1581.25	4.5390	4.4824	0.0358	35.8	
sp/16/05/06	22.8	23.7	43.48	737.5		21.0	21.0	0.941	[illegible]	1.118	1440	1609.90	4.5322	4.4855	0.0290	29.0	
sp/19/05/06	23.5	23.9	44.32	734.4		24.7	24.7	0.940	[illegible]	1.103	1440	1588.49	4.5555	4.4863	0.0436	43.6	
sp/22/05/06	23.2	23.8	43.95	733.0		25.1	25.1	0.940	[illegible]	1.100	1440	1584.37	4.4769	4.4480	0.0182	18.2	
sp/25/05/06	23.2	24.1	44.23	735.9		27.1	27.1	0.940	[illegible]	1.101	1440	1585.67	4.5333	4.4787	0.0345	34.5	
sp/28/05/06	22	22.6	41.70	735.3		28.7	28.7	0.943	[illegible]	1.106	1440	1592.75	4.3866	4.3355	0.0321	32.1	
sp/31/05/06	23.2	24	44.13	736.1		27.2	27.2	0.940	[illegible]	1.101	1440	1585.83	4.5436	4.5001	0.0274	27.4	
sp/03/06/06	22.2	23	42.26	734.4		27.1	27.1	0.942	[illegible]	1.105	1440	1590.70	4.4734	4.4378	0.0224	22.4	
sp/06/06/06	22.2	23	42.26	735.4		28.0	28.0	0.943	[illegible]	1.108	1440	1594.89	4.4885	4.4522	0.0228	22.8	
sp/09/06/06	22	22.5	41.61	734.6		28.9	28.9	0.943	[illegible]	1.105	1440	1590.61	4.3624	4.3162	0.0291	29.1	
sp/12/06/06	22.1	23.1	42.26	734.3		29.8	29.8	0.942	[illegible]	1.100	1440	1583.67	4.4370	4.3671	0.0441	44.1	
sp/15/06/06	22.2	22.7	41.98	734.4		30.9	30.9	0.943	[illegible]	1.101	1440	1585.11	4.3870	4.3354	0.0326	32.6	
sp/18/06/06	22.1	22.6	41.79	733.7		28.0	28.0	0.943	[illegible]	1.105	1440	1590.80	4.3621	4.3176	0.0280	28.0	
sp/21/06/06	21.7	22.5	41.33	735.5		26.7	26.7	0.944	[illegible]	1.114	1440	1603.75	4.3549	4.3152	0.0248	24.8	
sp/24/06/06	22	22.6	41.70	735.5		28.3	28.3	0.943	[illegible]	1.107	1440	1594.24	4.3718	4.3329	0.0244	24.4	
sp/27/06/06	22	23.3	42.36	734.5		27.4	27.4	0.942	[illegible]	1.104	1440	1590.32	4.3735	4.3423	0.0196	19.6	
sp/30/06/06	22.6	23.4	43.01	733.9		28.1	28.1	0.941	[illegible]	1.099	1440	1583.00	4.3344	4.3049	0.0186	18.6	

แบบบันทึกผลการทดสอบหาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler บริเวณชุมชนไก่แก้ว จ.ลำพูน

รหัส filter	Calculation					$Q_{std.} = \{ Qa \times [Pav / 760] \times [298 / (273 + Tav)] \}$							PM_{10} (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$				หมายเหตุ
	Filter Pressure (in H_2O)		Pf (1.87 x in H_2O)	Pressure (mm. Hg)	Temp. I (°C)	Temp. 2 (°C)	Temp. Ave. (°C)	Pav - Pf) / Pav (mm. Hg)	Qa (m^3 / min)	$Q_{std.}$ (m^3 / min)	Time (min)	ปริมาตรอากาศ (m^3)	Weight of Filter (g)		PM 10		
	Initial	Final	(mm. Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.} = Q_{std} \times t$	Final (A)	Initial (B)	mg / m^3	ug / m^3	
lp/17/06/05	20.9	7.1	26.18	732.3		28.6	28.6	0.964	[illegible]	1.164	1440	1675.48	4.4214	4.3958	0.0153	15.3	
lp/20/06/05	21.7	2.4	22.53	734.4		27.8	27.8	0.969	[illegible]	1.184	1440	1704.47	4.4344	4.4247	0.0057	5.7	
lp/23/06/05	21.7	21.7	40.56	734.3		27.7	27.7	0.945	[illegible]	1.108	1410	1562.76	4.4745	4.4388	0.0229	22.9	
lp/26/06/05	22.0	22.3	41.42	734.4		28.3	28.3	0.944	[illegible]	1.103	1440	1588.91	4.4701	4.4304	0.0250	25.0	
lp/29/06/05	21.4	22.4	40.95	733.9		28.8	28.8	0.944	[illegible]	1.102	1440	1586.59	4.4665	4.4274	0.0246	24.6	
lp/02/07/05	21.7	22.3	41.14	734.8		28.6	28.6	0.944	[illegible]	1.104	1440	1589.35	4.4739	4.4440	0.0188	18.8	
lp/05/07/05	21.4	17.3	36.18	734.0		29.1	29.1	0.951	[illegible]	1.129	1410	1591.99	4.4976	4.4581	0.0248	24.8	
lp/08/07/05	18.8	20.1	36.37	734.0		30.0	30.0	0.950	[illegible]	1.120	1440	1612.72	4.4579	4.4209	0.0230	23.0	
lp/11/07/05	22.6	23.7	43.29	736.1		30.4	30.4	0.941	[illegible]	1.092	1440	1572.18	4.5609	4.5032	0.0367	36.7	
lp/14/07/05	22.3	23.1	42.45	738.3		26.5	26.5	0.943	[illegible]	1.108	1440	1596.23	4.4174	4.3857	0.0198	19.8	
lp/17/07/05	22.7	23.2	42.92	734.5		29.1	29.1	0.942	[illegible]	1.096	1440	1577.58	4.4499	4.3844	0.0415	41.5	
lp/20/07/05	22.3	23.3	42.64	733.7		28.3	28.3	0.942	[illegible]	1.096	1440	1577.99	4.4628	4.4350	0.0176	17.6	
lp/23/07/05	22.4	23.2	42.64	732.4		27.6	27.6	0.942	[illegible]	1.095	1440	1576.95	4.4523	4.4236	0.0182	18.2	
lp/26/07/05	22.7	23.4	43.10	733.8		26.0	26.0	0.941	[illegible]	1.096	1440	1578.21	4.4719	4.4277	0.0280	28.0	
lp/29/07/05	22.5	23.4	42.92	732.0		29.0	29.0	0.941	[illegible]	1.088	1440	1567.23	4.4622	4.4220	0.0257	25.7	
lp/01/08/05	22.6	23.7	43.29	733.0		24.3	24.3	0.941	[illegible]	1.102	1440	1586.391	4.4837	4.4281	0.0351	35.1	
lp/04/08/05	22.3	22.8	42.17	733.9		28.7	28.7	0.943	[illegible]	1.098	1440	1581.480	4.5057	4.4632	0.0268	26.8	
lp/07/08/05	22.8	24.2	43.95	732.8		28.2	28.2	0.940	[illegible]	1.087	1440	1565.169	4.5222	4.4692	0.0339	33.9	
lp/10/08/05	23.4	24.1	44.41	732.2		27.7	27.7	0.939	[illegible]	1.083	1440	1559.386	4.5083	4.4664	0.0269	26.9	
lp/13/08/05	23.2	23.9	44.04	732.9		24.8	24.8	0.940	[illegible]	1.093	1440	1573.997	4.5155	4.4858	0.0189	18.9	
lp/16/08/05	23.3	23.8	44.04	733.7		26.9	26.9	0.940	[illegible]	1.091	1440	1570.437	4.5909	4.5299	0.0389	38.9	
lp/19/08/05	23.2	23.9	44.04	736.3		26.0	26.0	0.940	[illegible]	1.096	1440	1578.111	4.5522	4.4949	0.0363	36.3	
lp/22/08/05	23.8	24.2	44.88	736.4		28.6	28.6	0.939	[illegible]	1.088	1440	1566.101	4.5727	4.5015	0.0454	45.4	
lp/25/08/05	23.8	24.7	45.35	735.4		28.8	28.8	0.938	[illegible]	1.082	1440	1558.281	4.5779	4.5233	0.0350	35.0	
lp/28/08/05	23.2	24.2	44.32	734.6		27.7	27.7	0.940	[illegible]	1.090	1440	1570.251	4.5596	4.5119	0.0304	30.4	

แบบบันทึกผลการทดสอบหาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler บริเวณชุมชนไก่แก้ว จ.ลำพูน

รหัส filter	Calculation					$Q_{std.} = \{ Qa \times [Pav / 760] \times [298 / (273 + Tav)] \}$							PM_{10} (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$				หมายเหตุ
	Filter Pressure (in H_2O)		Pf (1.87 x in H_2O)	Pressure (mm. Hg)	Temp. t (°C)	Temp. 2 (°C)	Temp. Ave. (°C)	Pav - Pf) / Pav (mm. Hg)	Qa (m^3 / min)	$Q_{std.}$ (m^3 / min)	Time (min)	ปริมาตรอากาศ (m^3)	Weight of Filter (g)		PM 10		
	Initial	Final	(mm. Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.} = Q_{std} \times t$	Final (A)	Initial (B)	mg/m^3	ug/m^3	
lp/31/08/05	23.1	23.8	43.85	732.3		27.9	27.9	0.940	1.080	1.087	1440	1564.806	4.5158	4.4798	0.0230	23.0	
lp/03/09/05	23.3	24.0	44.23	734.9		24.7	24.7	0.940	1.092	1.096	1440	1578.319	4.5498	4.5068	0.0272	27.2	
lp/06/09/05	23.6	24.7	45.16	735.9		27.2	27.2	0.939	1.085	1.089	1440	1568.769	4.5535	4.4807	0.0464	46.4	
lp/09/09/05	22.7	23.1	42.82	736.5		26.4	26.4	0.942	1.099	1.103	1440	1588.594	4.3832	4.3419	0.0260	26.0	
lp/12/09/05	22.2	23.9	43.10	735.5		26.2	26.2	0.941	1.094	1.098	1440	1581.630	4.3837	4.3537	0.0190	19.0	
lp/15/09/05	22.8	23.7	43.48	736.7		25.5	25.5	0.941	1.097	1.101	1440	1585.857	4.4335	4.3996	0.0214	21.4	
lp/18/09/05	23.1	23.9	43.95	733.7		27.8	27.8	0.940	1.085	1.089	1440	1567.941	4.3950	4.3648	0.0193	19.3	
lp/21/09/05	23.2	24.0	44.13	737.2		26.4	26.4	0.940	1.093	1.097	1440	1579.050	4.4589	4.4163	0.0270	27.0	
lp/24/09/05	22.0	23.2	42.26	735.2		27.1	27.1	0.943	1.099	1.103	1440	1588.174	4.4564	4.4348	0.0136	13.6	
lp/27/09/05	22.1	23.0	42.17	734.2		28.4	28.4	0.943	1.095	1.099	1440	1582.860	4.4880	4.4437	0.0280	28.0	
lp/30/09/05	22.3	23.0	42.36	739.1		26.2	26.2	0.943	1.106	1.110	1440	1598.995	4.4867	4.4468	0.0249	24.9	
lp/03/10/05	22.0	23.2	42.26	756.5		26.4	26.4	0.944	1.136	1.140	1440	1641.643	4.4718	4.4270	0.0273	27.3	
lp/06/10/05	16.7	17.2	31.70	737.6		27.3	27.3	0.957	1.149	1.153	1440	1661.029	4.5045	4.4461	0.0352	35.2	
lp/09/10/05	16.9	17.2	31.88	738.9		26.3	26.3	0.957	1.154	1.158	1440	1666.958	4.4963	4.4447	0.0309	30.9	
lp/12/10/05	16	17.2	31.04	737.7		28.0	28.0	0.958	1.150	1.154	1440	1662.445	4.4207	4.3627	0.0349	34.9	
lp/15/10/05	16.5	17	31.32	738.6		28.0	28.0	0.958	1.153	1.157	1440	1665.364	4.4530	4.4069	0.0277	27.7	
lp/18/10/05	5.8	6.2	11.22	739.9		27.0	27.0	0.985	0.000	0.000	1440	0.000	4.4649	4.4371	-	-	เครื่องล้ม (ND)
lp/21/10/05	20.7	21.2	39.18	739.9		26.7	26.7	0.947	1.121	1.125	1440	1620.256	4.4384	4.3531	0.0526	52.6	
lp/24/10/05	21.7	22.3	41.14	739.7		27.0	27.0	0.944	1.110	1.114	1440	1603.882	4.4343	4.3706	0.0397	39.7	
lp/27/10/05	21.4	22.4	40.95	739.8		27.3	27.3	0.945	1.113	1.117	1440	1608.643	4.4181	4.3570	0.0380	38.0	
lp/30/10/05	21.6	22.2	40.95	737.9		27.7	27.7	0.944	1.106	1.110	1440	1598.027	4.3672	4.3415	0.0161	16.1	
lp/02/11/05	21.8	22.2	41.14	737.6		25.6	25.6	0.944	1.109	1.113	1440	1602.670	4.4240	4.3716	0.0326	32.6	
lp/05/11/05	21.5	22.3	40.95	738.8		25.9	25.9	0.945	1.114	1.118	1440	1610.224	4.4079	4.3473	0.0377	37.7	
lp/08/11/05	21.7	22.1	40.95	739.2		26.2	26.2	0.945	1.114	1.118	1440	1610.043	4.3515	4.3017	0.0309	30.9	
lp/11/11/05	21.2	22.6	40.95	737.0		26.8	26.8	0.944	1.106	1.110	1440	1598.568	4.3838	4.3483	0.0222	22.2	

แบบบันทึกผลการทดสอบหาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler บริเวณชุมชนไก่แก้ว จ.ลำพูน

รหัส filter	Calculation					$Q_{std.} = \{ Qa \times [Pav / 760] \times [298 / (273 + Tav)] \}$							PM_{10} (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$				หมายเหตุ
	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. I	Temp. 2	Temp. Avc.	(Pav - Pf) / Pav	Qa	$Q_{std.}$	Time	ปริมาตรอากาศ	Weight of Filter		PM 10		
	(in H_2O)		(1.87 x in H_2O)	(mm. Hg)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm. Hg)	(m^3 / min)	(m^3 / min)	(min)	(m^3)	(g)		mg / m^3	ug / m^3	
	Initial	Final	(mm. Hg)	(Pav)	(Tav I)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.} = Q_{std} \times t$	Final (A)	Initial (B)			
lp/14/11/05	21.9	22.2	41.23	737.0		27.2	27.2	0.944	[illegible]	1.109	1440	1597.121	4.3783	4.3007	0.0486	48.6	
lp/17/11/05	21.9	22.3	41.33	738.6		26.9	26.9	0.944	[illegible]	1.112	1440	1601.743	4.5209	4.4653	0.0347	34.7	
lp/20/11/05	23	23.3	43.29	741.0		25.8	25.8	0.942	[illegible]	1.111	1440	1599.953	4.5079	4.4563	0.0323	32.3	
lp/23/11/05	23	23.4	43.38	741.0		22.1	22.1	0.941	[illegible]	1.110	1440	1598.249	4.5679	4.4783	0.0561	56.1	
lp/26/11/05	21.7	22.4	41.23	739.7		24.0	24.0	0.944	[illegible]	1.119	1440	1611.857	4.5525	4.4799	0.0451	45.1	
lp/29/11/05	21.9	22.2	41.23	738.3		25.0	25.0	0.944	[illegible]	1.115	1440	1606.055	4.5404	4.4468	0.0583	58.3	
lp/02/12/05	21.1	21.7	40.02	738.7		24.5	24.5	0.946	[illegible]	1.124	1440	1618.049	4.5594	4.4683	0.0563	56.3	
lp/05/12/05	21	21.7	39.92	737.8		26.4	26.4	0.946	[illegible]	1.119	1440	1611.056	4.5489	4.4800	0.0428	42.8	
lp/08/12/05	21	21.8	40.02	739.4		22.9	22.9	0.946	[illegible]	1.128	1440	1624.055	4.4727	4.3634	0.0674	67.4	
lp/11/12/05	21.2	21.5	39.92	738.9		25.6	25.6	0.946	[illegible]	1.122	1440	1615.668	4.4504	4.3894	0.0377	37.7	
lp/14/12/05	21.4	22.05	40.63	740.8		23.0	23.0	0.945	[illegible]	1.126	1440	1622.020	4.5230	4.4531	0.0431	43.1	
lp/17/12/05	21.4	21.9	40.49	741.8		21.4	21.4	0.945	[illegible]	1.131	1440	1628.759	4.5136	4.4515	0.0381	38.1	
lp/20/12/05	21.7	21.7	40.58	740.2		19.5	19.5	0.945	[illegible]	1.132	1440	1630.641	4.6159	4.4553	0.0985	98.5	
lp/23/12/05	21.1	21.5	39.83	740.1		18.9	18.9	0.946	[illegible]	1.137	1440	1637.173	4.4681	4.3153	0.0933	93.3	
lp/26/12/05	20.8	21.2	39.27	739.5		20.6	20.6	0.947	[illegible]	1.136	1440	1635.943	4.4617	4.3231	0.0848	84.8	
lp/29/12/05	20.9	21.4	39.55	740.5		20.9	20.9	0.947	[illegible]	1.137	1440	1637.103	4.4100	4.3109	0.0605	60.5	
lp/01/01/06	21.3	21.6	40.11	740.4		21.6	21.6	0.946	[illegible]	1.132	1440	1629.565	4.3931	4.3186	0.0457	45.7	
lp/04/01/06	21.1	21.7	40.02	737.4		20.8	20.8	0.946	[illegible]	1.129	1440	1625.942	4.4204	4.3071	0.0697	69.7	
lp/07/01/06	21.1	21.3	39.64	739.1		24.2	24.2	0.946	[illegible]	1.125	1440	1619.558	4.4384	4.3461	0.0570	57.0	
lp/10/01/06	21.3	22	40.49	738.4		22.5	22.5	0.945	[illegible]	1.124	1440	1618.413	4.5151	4.3997	0.0713	71.3	
lp/13/01/06	21.1	22	40.30	737.3		22.0	22.0	0.945	[illegible]	1.123	1440	1617.412	4.4920	4.3591	0.0822	82.2	
lp/16/01/06	21.1	22	40.30	736.7		20.1	20.1	0.945	[illegible]	1.125	1440	1620.715	4.4604	4.3215	0.0857	85.7	
lp/19/01/06	21.4	22.1	40.67	736.5		21.4	21.4	0.945	[illegible]	1.123	1440	1616.991	4.4917	4.3394	0.0942	94.2	
lp/22/01/06	21	22	40.21	736.6		21.8	21.8	0.945	[illegible]	1.122	1440	1616.085	4.5921	4.4416	0.0931	93.1	
lp/25/01/06	21.3	21.8	40.30	740.9		24.3	24.3	0.946	[illegible]	1.127	1440	1623.429	4.6008	4.4624	0.0852	85.2	

แบบบันทึกผลการทดสอบหาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler บริเวณชุมชนไก่แก้ว จ.ลำพูน

รหัส filter	Calculation					$Q_{std.} = \{ Qa \times [Pav / 760] \times [298 / (273 + Tav)] \}$							PM_{10} (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$				หมายเหตุ
	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	Temp. Avc.	(Pav - Pf) / Pav	Qa	$Q_{std.}$	Time	ปริมาตรอากาศ	Weight of Filter		PM 10		
	(in H_2O)		(1.87 x in H_2O)	(mm. Hg)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm. Hg)	(m^3 / min)	(m^3 / min)	(min)	(m^3)	(g)		mg/m^3	ug/m^3	
	Initial	Final	(mm. Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.} = Q_{std} \times t$	Final (A)	Initial (B)			
lp/28/01/06	20	20.8	38.15	738.6		22.1	22.1	0.948	1.056	1.135	1440	1633.908	4.5606	4.4174	0.0876	87.6	
lp/31/01/06	20.7	21.2	39.18	741.1		22.9	22.9	0.947	1.055	1.134	1440	1633.121	4.6349	4.4541	0.1107	110.7	
lp/03/02/06	20.2	21	38.52	741.0		24.4	24.4	0.948	1.056	1.134	1440	1633.227	4.5525	4.4238	0.0788	78.8	
lp/06/02/06	20	20.8	38.15	739.7		23.8	23.8	0.948	1.055	1.133	1440	1631.782	4.5488	4.4158	0.0815	81.5	
lp/09/02/06	19.9	20.5	37.77	741.9		23.1	23.1	0.949	1.062	1.142	1440	1644.072	4.5787	4.4546	0.0755	75.5	
lp/12/02/06	20.5	21	38.80	741.2		24.6	24.6	0.948	1.056	1.134	1440	1632.792	4.5514	4.4510	0.0615	61.5	
lp/15/02/06	20	21.2	38.52	737.1		24.2	24.2	0.948	1.054	1.128	1440	1624.890	4.5713	4.4358	0.0834	83.4	
lp/18/02/06	20.6	21.2	39.08	737.8		26.5	26.5	0.947	1.053	1.122	1440	1616.158	4.5384	4.4538	0.0524	52.4	
lp/21/02/06	20	21	38.34	737.3		27.3	27.3	0.948	1.054	1.123	1440	1617.218	4.5032	4.4088	0.0584	58.4	
lp/24/02/06	20.5	20.8	38.62	737.1		29.0	29.0	0.948	1.053	1.120	1440	1612.240	4.5293	4.4257	0.0642	64.2	
lp/27/02/06	21.5	22.6	41.23	736.2		28.3	28.3	0.944	1.049	1.106	1440	1593.182	4.6342	4.4645	0.1066	106.6	
lp/02/03/06	21.6	22.5	41.23	737.4		28.0	28.0	0.944	1.052	1.109	1440	1596.535	4.6261	4.4935	0.0831	83.1	
lp/05/03/06	22	22.8	41.89	738.2		28.4	28.4	0.943	1.050	1.105	1440	1591.319	4.5781	4.4791	0.0622	62.2	
lp/08/03/06	22	22.9	41.98	738.9		27.8	27.8	0.943	1.051	1.107	1440	1594.637	4.6279	4.4860	0.0890	89.0	
lp/11/03/06	21.4	22.8	41.33	735.3		28.7	28.7	0.944	1.049	1.104	1440	1589.999	4.6435	4.4901	0.0965	96.5	
lp/14/03/06	21.6	22.3	41.05	735.9		28.8	28.8	0.944	1.050	1.105	1440	1591.081	4.5701	4.4758	0.0592	59.2	
lp/17/03/06	21.9	23.1	42.08	735.2		28.2	28.2	0.943	1.049	1.101	1440	1585.321	4.6947	4.5259	0.1065	106.5	
lp/20/03/06	21.7	23.2	41.98	735.3		29.5	29.5	0.943	1.047	1.099	1440	1582.640	4.6192	4.4883	0.0827	82.7	
lp/23/03/06	21.8	23.1	41.98	733.9		28.1	28.1	0.943	1.049	1.099	1440	1583.247	4.7879	4.4996	0.1821	182.1	
lp/26/03/06	20.9	21.8	39.92	735.4		30.5	30.5	0.946	1.052	1.108	1440	1595.317	4.5397	4.4044	0.0848	84.8	
lp/29/03/06	21.2	22	40.39	737.5		27.5	27.5	0.945	1.054	1.113	1440	1603.320	4.5683	4.4778	0.0565	56.5	
lp/01/04/06	20.8	21.9	39.92	736.5		26.7	26.7	0.946	1.057	1.116	1440	1607.438	4.5833	4.4386	0.0900	90.0	
lp/04/04/06	20.9	22.2	40.30	736.2		30.8	30.8	0.945	1.049	1.105	1440	1590.808	4.5533	4.4356	0.0740	74.0	
lp/07/04/06	20.8	21.2	39.27	735.7		31.1	31.1	0.947	1.052	1.110	1440	1598.588	4.5399	4.4171	0.0769	76.9	
lp/10/04/06	20.5	21	38.80	735.1		30.7	30.7	0.947	1.052	1.110	1440	1598.368	4.6518	4.4598	0.1201	120.1	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

แบบฟอร์มในการเตรียมพร้อม ก่อนออกเก็บตัวอย่างฝุ่น PM10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเตรียมกระดาษกรองก่อนออกเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ผู้บันทึก.....(สุวนิตย์ ทองหนุน)

ข้อมูล	รายละเอียด
1. การเตรียม Filter	( ) การเตรียมแผ่นกรองครั้งที่..... ( ) จำนวนแผ่นในการเตรียม.....
2. สภาพ Filter หลังแกะกล่อง	( ) สมบูรณ์ ระบุ.....แผ่น ( ) ไม่สมบูรณ์ ระบุ .....แผ่น
3. การกำจัดสารอินทรีย์ใน Filter	( ) อุณหภูมิ..... ( ) ระยะเวลา.....
4. ปรับสภาพ Filter	( ) เก็บ Filter ที่ตู้ดูดความชื้นเป็นเวลา 24 ช.ม.
5. ใส่รหัส Filter	( ) ใส่รหัสFilter.....
6. ชั่ง Filter ด้วยเครื่องชั่ง 5 ตำแหน่ง	( ) ครั้งที่ 1.....กรัม ความชื้น.....อุณหภูมิ..... ( ) ครั้งที่ 2.....กรัม ความชื้น.....อุณหภูมิ..... ( ) ครั้งที่ 3.....กรัม ความชื้น.....อุณหภูมิ..... ( ) ครั้งที่ 4.....กรัม ความชื้น.....อุณหภูมิ..... ( ) ครั้งที่ 5.....กรัม ความชื้น.....อุณหภูมิ..... ( ) เฉลี่ย น้ำหนัก Filter ก่อนออกภาคสนาม.....กรัม

เก็บ Filter ใส่กล่อง เพื่อส่งมอบแก่ผู้ช่วยวิจัยภาคสนาม

ได้รับ Filter เป็นที่เรียบร้อยแล้ว.....

(วันที่.....เดือน.....ปี.....)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

แบบฟอร์มการเตรียม PUF ในขั้นแรก ก่อนออกเก็บตัวอย่างการกระจายตัวของอนุภาคฝุ่น 5 ขนาด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเตรียม PUF สำหรับใส่เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ

วันที่.....เดือน.....ปี.....สถานที่เก็บ.....

ผู้บันทึก.....

ข้อมูล	รายละเอียด
1. การเตรียม puf	( ) การเตรียม puf ครั้งที่..... จำนวน.....แผ่น
2. สภาพ puf หลังแกะกล่อง	( ) สมบูรณ์.....แผ่น ( ) ไม่สมบูรณ์.....แผ่น
3. การ clean ก่อนใช้งาน	3.1 ( ) milli-Q water ( ) sonicate 1 hr 3.2 ( ) methanol ( ) sonicate 1 hrs 3.3 ( ) นำใส่ stainless steel basket และ นำเข้า clean air hood จนแห้ง 3.4 ( ) ใส่ใน dessicator อย่างน้อย 24 hrs ก่อนนำไปใช้
4. ชั่ง puf ด้วยเครื่องชั่ง 5 ตำแหน่ง	PM10 ( ) ครั้งที่ 1..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 2..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 3..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 4..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 5..... กรัม %RH..... Temp..... น้ำหนักเฉลี่ย.....กรัม รหัส puf.....
	PM2.5 ( ) ครั้งที่ 1..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 2..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 3..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 4..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 5..... กรัม %RH..... Temp..... น้ำหนักเฉลี่ย.....กรัม รหัส puf.....
	PM1.0 ( ) ครั้งที่ 1..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 2..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 3..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 4..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 5..... กรัม %RH..... Temp..... น้ำหนักเฉลี่ย.....กรัม รหัส puf.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูล	รายละเอียด
	PM0.5 ( ) ครั้งที่ 1..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 2..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 3..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 4..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 5..... กรัม %RH..... Temp..... น้ำหนักเฉลี่ย.....กรัม รหัส puf.....
	PM0.1 ( ) ครั้งที่ 1..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 2..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 3..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 4..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 5..... กรัม %RH..... Temp..... น้ำหนักเฉลี่ย.....กรัม รหัส puf.....
5. ชั่ง blank	P1 PUF ( ) ครั้งที่ 1..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 2..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 3..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 4..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 5..... กรัม %RH..... Temp..... น้ำหนักเฉลี่ย.....กรัม
	P2 PUF ( ) ครั้งที่ 1..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 2..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 3..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 4..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 5..... กรัม %RH..... Temp..... น้ำหนักเฉลี่ย.....กรัม
	P3 PUF ( ) ครั้งที่ 1..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 2..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 3..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 4..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 5..... กรัม %RH..... Temp..... น้ำหนักเฉลี่ย.....กรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

แบบฟอร์มการเก็บตัวอย่างฝุ่น PM10 ภาคสนาม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10

รหัส Filter เก็บอากาศ.....น้ำหนัก Filter ก่อนเก็บอากาศ.....กรัม

ผู้บันทึก.....

รับ Filter จากผู้ช่วยวิจัยห้องปฏิบัติการ.....(สุวนิตย์ ทองหนุน)

ข้อมูล	รายละเอียด
1. สภาพ Filter ก่อนเก็บอากาศ	( ) รหัส Filter ถูกต้อง Filter สมบูรณ์ ( )รหัส ถูกต้อง Filter ไม่สมบูรณ์ ระบุ..... ( ) รหัสไม่ถูกต้อง Filter สมบูรณ์ ระบุ..... ( ) รหัสไม่ถูกต้อง Filter ไม่สมบูรณ์ ระบุ..... ( ) อื่น ๆ ระบุ.....
2. สภาวะอากาศ	( ) แดด ( ) ฝนตก ( ) ครึ้มฝน ( ) ลมแรง ( ) ลมพัดบ้าง ( ) ไม่รู้สึกว่ามีลม ( ) อื่น ๆ ระบุ.....
3. สภาพการจราจร	( ) คับคั่ง ( ) ปานกลาง ( ) เบาบาง ( ) อื่น ๆ .....
4. เวลาเปิดเครื่องเก็บอากาศ 5. Pressure หลังเดินเครื่อง 5 min 6. Pressure เมื่อเดินเครื่องครบ 24 h 7. เวลาปิดเครื่องเก็บอากาศ 8. สภาพ Filter หลังเก็บอากาศ - ขอบ Filter - แมลง / สิ่งปนเปื้อนอื่น ๆ - อื่น ๆ	.... ( ) ขาว ( ) เปรอะเล็กน้อย ( ) ยุ่ย ( ) ขาด ( ) มี .....ตัว/ชิ้น ( ) ไม่มี ระบุ.....
9. ระยะเวลารวมที่เก็บอากาศได้ (h) (ดูจากจาน Timer)	( ) 24 ช.ม. ( ) น้อยกว่า 24 ช.ม. ระบุ.....ช.ม. สาเหตุที่ตัวอย่างไม่ครบ.....
10. ตรวจสอบความเรียบร้อย	( ) เก็บแผ่นกราฟวงกลม ( ) เก็บ filter ใส่กล่อง ล็อคเครื่อง ( ) ล็อคเครื่อง/ ล่ามโซ่ห้องเครื่อง ( ) ปิด breaker

ปัญหาที่พบ.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก จ

แบบฟอร์มการเตรียมกระดาษกรอง/ การชั่งกระดาษกรองก่อนส่งวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเตรียมกระดาษกรองก่อนส่งวิเคราะห์

วันที่.....เดือน.....ปี.....รหัส Filter เก็บอากาศ.....

ผู้บันทึก.....(สุวนิตย์ ทองหนุน)

ข้อมูล	รายละเอียด
1. สภาพ Filter หลังเก็บตัวอย่าง	( ) สมบูรณ์ ( ) ไม่สมบูรณ์ ระบุ .....
2. ปรับสภาพ Filter	( ) เก็บ Filter ที่ตู้ดูดความชื้นเป็นเวลา 24 ช.ม.
3. ชั่งกระดาษกรองด้วยเครื่องชั่ง 5 ตำแหน่ง	( ) ครั้งที่ 1.....กรัม ความชื้น.....อุณหภูมิ..... ( ) ครั้งที่ 2.....กรัม ความชื้น.....อุณหภูมิ..... ( ) ครั้งที่ 3.....กรัม ความชื้น.....อุณหภูมิ..... ( ) ครั้งที่ 4.....กรัม ความชื้น.....อุณหภูมิ..... ( ) ครั้งที่ 5.....กรัม ความชื้น.....อุณหภูมิ..... ( ) เฉลี่ย น้ำหนัก Filter หลังออกภาคสนาม.....กรัม

เก็บFilterใส่กล่องพลาสติกที่หุ้มด้วยอลูมิเนียมฟอยด์เพื่อส่งมอบแก่คณะวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ฉ

แบบฟอร์มการเตรียม PUF ในขั้นที่ 2 และการออกเก็บตัวอย่างฝุ่น 5 ขนาด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเตรียม PUF ก่อนออกเก็บตัวอย่างฝุ่น 5 ขนาด

วันที่.....เดือน.....ปี.....สถานที่เก็บ.....

ผู้บันทึก.....

ข้อมูล	รายละเอียด
1. ใส่รหัส puf (PM10)	( ) ใส่รหัส puf..... นน.เฉลี่ย.....ก.
2. ใส่รหัส puf (PM2.5)	( ) ใส่รหัส puf..... นน.เฉลี่ย.....ก.
3. ใส่รหัส puf (PM1.0)	( ) ใส่รหัส puf..... นน.เฉลี่ย.....ก.
4. ใส่รหัส puf (PM0.5)	( ) ใส่รหัส puf..... นน.เฉลี่ย.....ก.
5. ใส่รหัส puf (PM0.1)	( ) ใส่รหัส puf..... นน.เฉลี่ย.....ก.
6. ส่งมอบ puf	( ) ใส่ puf ทั้ง 5 ขนาดใน container ทั้ง 5 ชั้นก่อนนำออกไปเก็บตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเก็บตัวอย่างฝุ่น 5 ขนาด

วันที่.....เดือน.....ปี.....สถานที่เก็บ.....

รับ puf จากผู้ช่วยวิจัยห้องปฏิบัติการ.....

ข้อมูล	รายละเอียด
1.สภาพ puf ก่อนเก็บอากาศ ( ) รหัส..... ( ) รหัส..... ( ) รหัส..... ( ) รหัส..... ( ) รหัส.....	( ) Puf สมบูรณ์ ( ) Puf ไม่สมบูรณ์ ระบุ..... ( ) Puf สมบูรณ์ ( ) Puf ไม่สมบูรณ์ ระบุ..... ( ) Puf สมบูรณ์ ( ) Puf ไม่สมบูรณ์ ระบุ..... ( ) Puf สมบูรณ์ ( ) Puf ไม่สมบูรณ์ ระบุ..... ( ) Puf สมบูรณ์ ( ) Puf ไม่สมบูรณ์ ระบุ.....
2. สภาวะอากาศ	( ) แดด ( ) ฝนตก ( ) ครึ้มฝน ( ) ลมแรง ( ) ลมพัดบ้าง ( ) ไม่รู้สึกว่ามีลม ( ) อื่นๆ ระบุ.....
3.สภาพการจราจร	( ) คับคั่ง ( ) ปานกลาง ( ) เบาบาง ( ) อื่นๆ.....
4. เวลาเปิดเครื่องเก็บอากาศ 5. ความดัน 6.อุณหภูมิ 7. เวลาปิดเครื่องปรับอากาศ	....
8. ระยะเวลารวมที่เก็บอากาศ	( ) 24 hrs ( ) น้อยกว่า 24 hrs..... สาเหตุที่เก็บตัวอย่างไม่ครบ.....
9. ตรวจสอบความเรียบร้อย	( ) เก็บ container ที่บรรจุ puf ( ) เก็บอุปกรณ์ประกอบเครื่องเก็บฝุ่น ( ) ปิด breaker

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ช

แบบฟอร์มการเตรียม PUF หลังออกเก็บตัวอย่างฝุ่น 5 ขนาด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบฟอร์มการเตรียม PUF หลังออกเก็บตัวอย่างฝุ่น 5 ขนาด

ข้อมูล	รายละเอียด
1. สภาพ puf หลังเก็บตัวอย่าง ( ) PM 10 ( ) PM 2.5 ( ) PM 1.0 ( ) PM 0.5 ( ) PM 0.1	 ( ) สมบูรณ์ ( ) ไม่สมบูรณ์ ระบุ..... สิ่งปนเปื้อน ( ) มี ระบุ.....( ) ไม่มี ( ) สมบูรณ์ ( ) ไม่สมบูรณ์ ระบุ..... สิ่งปนเปื้อน ( ) มี ระบุ.....( ) ไม่มี ( ) สมบูรณ์ ( ) ไม่สมบูรณ์ ระบุ..... สิ่งปนเปื้อน ( ) มี ระบุ.....( ) ไม่มี ( ) สมบูรณ์ ( ) ไม่สมบูรณ์ ระบุ..... สิ่งปนเปื้อน ( ) มี ระบุ.....( ) ไม่มี ( ) สมบูรณ์ ( ) ไม่สมบูรณ์ ระบุ..... สิ่งปนเปื้อน ( ) มี ระบุ.....( ) ไม่มี
2. ปรับสภาพ puf	( ) นำ puf ทุกขนาดเก็บในตู้ดูดความชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
3. การชั่ง puf ด้วยเครื่องชั่ง 5 ตำแหน่ง	PM10 ( ) ครั้งที่ 1..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 2..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 3..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 4..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 5..... กรัม %RH..... Temp..... น้ำหนักเฉลี่ย.....กรัม รหัส puf.....
	PM2.5 ( ) ครั้งที่ 1..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 2..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 3..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 4..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 5..... กรัม %RH..... Temp..... น้ำหนักเฉลี่ย.....กรัม รหัส puf.....
	PM1.0 ( ) ครั้งที่ 1..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 2..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 3..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 4..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 5..... กรัม %RH..... Temp..... น้ำหนักเฉลี่ย.....กรัม รหัส puf.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูล	รายละเอียด
	PM0.5 ( ) ครั้งที่ 1..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 2..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 3..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 4..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 5..... กรัม %RH..... Temp..... น้ำหนักเฉลี่ย.....กรัม รหัส puf.....
	PM0.1 ( ) ครั้งที่ 1..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 2..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 3..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 4..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 5..... กรัม %RH..... Temp..... น้ำหนักเฉลี่ย.....กรัม รหัส puf.....
5. ชั่ง blank	P1 PUF ( ) ครั้งที่ 1..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 2..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 3..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 4..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 5..... กรัม %RH..... Temp..... น้ำหนักเฉลี่ย.....กรัม
	P2 PUF ( ) ครั้งที่ 1..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 2..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 3..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 4..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 5..... กรัม %RH..... Temp..... น้ำหนักเฉลี่ย.....กรัม
	P3 PUF ( ) ครั้งที่ 1..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 2..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 3..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 4..... กรัม %RH..... Temp..... ( ) ครั้งที่ 5..... กรัม %RH..... Temp..... น้ำหนักเฉลี่ย.....กรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ซ

รายละเอียดวันเวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนมีนาคม

จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์	อาทิตย์
	1	2 ประชุม Air Project กลุ่มย่อยวิศาะฯ	3	4 ประชุม Air Project กลุ่มย่อยวิศาะฯ	5	6
7 ประชุม Air Project ที่ชั้น 2 สถาบันวิจัยสังคม ม.ช.	8 ประชุม Air Project ภายใน คณะวิศวฯ	9 ไปดูสถานที่เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น	10 ไปดูสถานที่เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น	11 จัดเตรียมติดต่อซื้ออุปกรณ์	12	13
14 ติดต่อขอความอนุเคราะห์เครื่องเก็บอนุภาคฝุ่น PM10	15 ติดต่อขอความอนุเคราะห์เครื่องเก็บอนุภาคฝุ่น PM10	16 ติดต่อขอความอนุเคราะห์เครื่องเก็บอนุภาคฝุ่น PM10	17 ติดต่อขอความอนุเคราะห์เครื่องเก็บอนุภาคฝุ่น PM10	18 ประชุม Air Project กลุ่มย่อยวิศาะฯ	19	20
21 จัดเตรียมติดต่อซื้ออุปกรณ์	22 จัดเตรียมติดต่อซื้ออุปกรณ์	23 จัดเตรียมติดต่อซื้ออุปกรณ์	24 จัดเตรียมติดต่อซื้ออุปกรณ์	25 รับสมัครผู้ช่วยวิจัย ห้องปฏิบัติการ/ผู้ช่วยวิจัยภาคสนาม	26	27
28 จัดเตรียมติดต่อซื้ออุปกรณ์	29 ประชุม Air Project ที่ชั้น 2 สถาบันวิจัยสังคม ม.ช.	30 จัดเตรียมติดต่อซื้ออุปกรณ์	31 ประชุม Air Project กลุ่มย่อยวิศาะฯ			

เดือน เมษายน

จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์	อาทิตย์
				1 สัมภาษณ์คัดเลือกผู้ช่วยวิจัย	2	3
4 ประกาศผลการคัดเลือกผู้ช่วยวิจัย	5 ติดต่อการไฟฟ้าเพื่อขออนุญาตติดตั้งมิเตอร์	6 ติดต่อการไฟฟ้าเพื่อขออนุญาตติดตั้งมิเตอร์	7 ติดต่อการไฟฟ้าเพื่อขออนุญาตติดตั้งมิเตอร์	8 ประชุม Air Project กลุ่มย่อยวิศาะฯ	9	10
11 ติดต่อการไฟฟ้าเพื่อขออนุญาตติดตั้งมิเตอร์	12	13 วันหยุดสงกรานต์	14 วันหยุดสงกรานต์	15 วันหยุดสงกรานต์	16	17
18 ติดต่อซื้ออุปกรณ์	19 ติดต่อซื้ออุปกรณ์	20 ติดต่อซื้ออุปกรณ์	21 ติดต่อซื้ออุปกรณ์	22 ติดต่อซื้ออุปกรณ์ ประชุม Air Project กลุ่มย่อยวิศาะฯ	23	24
25 ติดต่อเทศบาลเรื่องขออำนวยความสะดวกในการติดตั้งเครื่อง	26 ติดต่อเทศบาลเรื่องขออำนวยความสะดวกในการติดตั้งเครื่อง	27 ติดต่อเทศบาลเรื่องขออำนวยความสะดวกในการติดตั้งเครื่อง	28 ติดต่อเทศบาลเรื่องขออำนวยความสะดวกในการติดตั้งเครื่อง	29 ติดต่อเทศบาลเรื่องขออำนวยความสะดวกในการติดตั้งเครื่อง	30	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนพฤษภาคม

จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์	อาทิตย์
						1
2 ได้รับเครื่องมือเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น High Volume Air Sampler	3 ไปดูจุดติดตั้งเครื่องที่ จ.ลำพูน และติดต่อการไฟฟ้า จ.ลำพูน พร้อมยื่นคำร้องติดตั้งมิเตอร์	4 ติดต่อยื่นคำร้องขอติดตั้งมิเตอร์ที่การไฟฟ้า จ.เชียงใหม่	5 ประชุม Air Project กลุ่มย่อยวิศวะฯ	6 ไปดูจุดเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นทั้ง 4 แห่ง	7	8
9 ติดตั้งเครื่องมือ ณ จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 4 จุด	10 ติดตั้งเครื่องมือ ณ จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 4 จุด	11 ติดตั้งเครื่องมือ ณ จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 4 จุด	12 จ่ายมิเตอร์ไฟฟ้าที่ จ.เชียงใหม่ และ จ.ลำพูน	13 จ่ายมิเตอร์ไฟฟ้าที่ อ.สารภี	14	15
16 ผู้ช่วยวิจัยภาคสนามเริ่มงาน อบรมการใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น/ Calibrate เครื่อง	17 ผู้ช่วยวิจัยห้องปฏิบัติการเริ่มงาน อบรมการใช้เครื่องเก็บตัวอย่าง/ Calibrate เครื่อง	18 ไปดูสถานที่เก็บตัวอย่างที่ ร.ร.ยุพราช อบรมการใช้เครื่องเก็บตัวอย่าง/ Calibrate เครื่อง	19 ไปดูสถานที่เก็บตัวอย่างที่ จ.ลำพูน อบรมการใช้เครื่องเก็บตัวอย่าง/ Calibrate เครื่อง	20 จัดทำเอกสาร/แบบฟอร์มสำหรับการเตรียมการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น	21	22
23 ประชุม Air Project กลุ่มย่อยวิศวะฯ	24 ประชุมกลุ่ม Air Project ที่คณะวิทยาศาสตร์ ม.ช.	25 ประชุม Air Project กลุ่มวิศวกรรมศาสตร์	26 ติดต่อทำหนังสือเกี่ยวกับการประชุมสัมนา	27 ติดต่อทำหนังสือเกี่ยวกับการประชุมสัมนา	28	29
30 ติดต่อทำหนังสือเกี่ยวกับการประชุมสัมนา	31 ติดต่อทำหนังสือเกี่ยวกับการประชุมสัมนา					

เดือน มิถุนายน 2548

จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์	อาทิตย์
		1 ติดต่อทำหนังสือเกี่ยวกับการประชุมสัมนา	2 ติดต่อทำหนังสือเกี่ยวกับการประชุมสัมนา	3 -ติดต่อทำหนังสือเกี่ยวกับการประชุมสัมนา -ประชุม Air Project กลุ่มย่อยวิศวะฯ	4	5
6 รับมอเตอร์ที่กรมควบคุมมลพิษ/ รับเครื่องเก็บอนุภาคฝุ่นที่ จ.สระบุรี	7 เจ้าหน้าที่กรมควบคุมมลพิษมาทำการติดตั้งและ Calibrate เครื่องมือ	8 เจ้าหน้าที่กรมควบคุมมลพิษมาทำการติดตั้งและ Calibrate เครื่องมือ	9 ทดลองชั่ง filter และ clean filter	10 ทดสอบเดินเครื่องเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น	11	12
13 -ทำ มานอมิเตอร์ จำนวน 4 ชุด -clean filter	14 ทำ มานอมิเตอร์ จำนวน 4 ชุด	15 ชั่ง filter	16 clean filter ประชุม Air Project กลุ่มย่อยวิศวะฯ	17 - เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10	18 รับ filter เก็บเข้าตู้ดูดความชื้น	19
20 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -เตรียมเอกสารการประชุม -ชั่ง filter	21 -งานประชุมเสวนา แนะนำโครงการ Air Project -ปรับสภาพ filter และ Puff	22 ชั่ง filter และ Puff	23 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	24 -clean filter และ Puff -รับ filterและPuff เก็บในตู้ดูดความชื้น	25 ชั่ง filter และ Puff	26 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด
27 รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น	28 -ชั่ง filter และ Puff -clean filter	29 -งานประชุมคณะผู้ดำเนินงาน Air Project คณะวิศวกรรมศาสตร์ -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นPM10 และ PM 5 ขนาด	30 -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -ชั่ง filter และ Puff			

เดือนกรกฎาคม

จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์	อาทิตย์
				1 ชั่ง filter และ Puff	2 - เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10	3 ชั่ง filter และ Puff
4 -ชั่ง filter และ Puff -clean filter -ตู้ดูดความชื้นที่ครอบเครื่องชั่ง คงที่ที่ 45%Rh	5 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	6 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -ตู้ดูดความชื้นที่ครอบเครื่องชั่ง คงที่ที่ 45%Rh	7 clean filter	8 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ตู้ดูดความชื้นที่ครอบเครื่องชั่ง คงที่ที่ 45%Rh	9 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น ตู้ดูดความชื้นที่ครอบเครื่องชั่ง คงที่ที่45%Rh	10
11 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -clean filter -ชั่ง filter และ Puff	12 รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -ชั่ง filter และ Puff เปลี่ยนแผงวงจรตู้ดูดความชื้น/Cascade รั่ว-ซ่อม	13 -clean filter -ประชุม Air Project กลุ่มย่อยวิศาะฯ	14 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	15 -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น	16	17 - เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10
18 -ชั่ง filter และ Puff -clean filter	19 -ชั่ง filter และ Puff -จ่ายตังสัค่าไฟและค่าเช่าสถานที่	20 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ตรวจสอบรายงานการเก็บอนุภาคฝุ่น	21 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น	22 ประชุม Air Project กลุ่มย่อยวิศาะฯ	23 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	24 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น
25 -ชั่ง filter และ Puff -clean filter	26 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	27 -ชั่ง filter และ Puff -clean filter -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น	28 -จัดเก็บข้อมูล temp/P จากกรมอุตุนิยมวิทยาในคอมพิวเตอร์	29 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	30 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น	31

เดือน มีนาคม

จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์	อาทิตย์
1 - เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10	2 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter เก็บในตู้ดูดความชื้น	3 -ชั่ง filter และ Puff -clan filter และ Puff -จ่ายตังส์ค่าไฟและค่าเช่าสถานที่เก็บตัวอย่าง	4 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	5 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น	6	7 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff
8 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น	9 -ชั่ง filter และ Puff -clan filter	10 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	11 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น	12	13 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	14 -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น
15 -ชั่ง filter และ Puff -clean filter	16 - เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10	17 -ชั่ง filter -รับ filter เก็บในตู้ดูดความชื้น	18 -ชั่ง filter และ Puff -clan filter	19 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	20 -ชั่ง filter -รับ filter เก็บในตู้ดูดความชื้น	21
22 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	23 -ชั่ง filter -รับ filter เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	24 -ชั่ง filter -ประชุมเรื่องเขียนรายงานความก้าวหน้า	25 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	26 -ชั่ง filter -รับ filter เก็บ ในตู้ดูดความชื้น -clean filter -เขียนรายงาน	27	28 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff
29 -ชั่ง filter -รับ filter เก็บ ในตู้ดูดความชื้น -clean filter -เขียนรายงาน	30 -ชั่ง filter และ Puff -clean filter	31 - เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 -ประชุมเรื่องเขียนรายงานความก้าวหน้า				

เดือน ตำเยายน						
จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์	อาทิตย์
			1 -จ่ายตังสัค่าไฟและค่าเช่าสถานที่เก็บตัวอย่าง	2 ประชุม Air Project กลุ่มย่อยวิศวะฯ	3 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	4 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter
5 ประชุม Air Project กลุ่มย่อยวิศวะฯเรื่องรายงานความก้าวหน้า	22 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	7 -ชั่ง filterและ Puff -รับ filterและ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter และ Puff	8 ประชุม Air Project กลุ่มย่อยวิศวะฯเรื่องงบประมาณ	9 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	10 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	11
12 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	13 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	14	15 - เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 -ชั่ง filter	16 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	17	18 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter
19 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filterและ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	20	21 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	22 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	23	24 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	25 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter
26	27 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	28 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	29	30 - เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 -ชั่ง filter		

เดือน ตุลาคม 2548

จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์	อาทิตย์
					1	2 -ชั่ง filter และ Puff -clean filter
3 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	4 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น	5 -ชั่ง filter และ Puff -clean filter	6 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	7 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น	8 -ชั่ง filter และ Puff -clean filter	9 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด
10 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น	11 -ชั่ง filter และ Puff -clean filter	12 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	13 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น	14 -ชั่ง filter และ Puff -clean filter	15 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10	16 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น
17 -ชั่ง filter และ Puff -clean filter	18 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	19 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น	20 -ชั่ง filter และ Puff -clean filter	21 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	22 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น	23
24 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	25 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -จ่ายค่าไฟฟ้า และค่าเช่าสถานที่	26 -ชั่ง filter และ Puff -clean filter	27 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	28 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น	29 -ชั่ง filter และ Puff -clean filter	30 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด
31 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น						

เดือน พฤศจิกายน2548

จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์	อาทิตย์
	1 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter เก็บ ในตู้ดูดความชื้น	2 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	3 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บ ในตู้ดูดความชื้น	4 -ชั่ง filter และ Puff -clean filter	5 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	6 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บ ในตู้ดูดความชื้น
7 -ชั่ง filter และ Puff -clan filter	8 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	9 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บ ในตู้ดูดความชื้น	10 -ชั่ง filter และ Puff -clean filter	11 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	12 -รับ filter และ Puff เก็บ ในตู้ดูดความชื้น	13
14 - เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10	15 -ชั่ง filter -รับ filter เก็บ ในตู้ดูดความชื้น	16 -ชั่ง filter และ Puff -clean filter	17 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	18 -ชั่ง filter -รับ filter และ Puff เก็บ ในตู้ดูดความชื้น	19	20 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด
21 -ชั่ง filter -รับ filter เก็บ ในตู้ดูดความชื้น -clean filter	22 -ชั่ง filter และ Puff -clean filter	23 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	24 -ชั่ง filter -รับ filter เก็บ ในตู้ดูดความชื้น	25 -ชั่ง filter และ Puff -clean filter	26 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	27 -ชั่ง filter -รับ filter เก็บ ในตู้ดูดความชื้น -clean filter -เขียนรายงาน
28	29 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	30 -ชั่ง filter -รับ filter เก็บ ในตู้ดูดความชื้น				

เดือน ธันวาคม 2548						
จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์	อาทิตย์
			1 -จ่ายตังส์ค่าไฟและค่าเช่าสถานที่เก็บตัวอย่าง	2 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	3 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	4
5 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	22 -ชั่ง filterและ Puff -รับ filterและ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter และ Puff	7 -ชั่ง filter และ Puff	8 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	9 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	10	11 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff
12 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	13 -ชั่ง filter และ Puff	14 - เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 -ชั่ง filter	15 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	16 -ชั่ง filter และ Puff	17 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter	18 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filterและ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter
19 -ชั่ง filter และ Puff	20 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	21 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	22 -ชั่ง filter และ Puff	23 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	24 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	25
26 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	27 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	28 -ชั่ง filter และ Puff	29 - เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 -ชั่ง filter	30 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter เก็บในตู้ดูดความชื้น	31	

เดือน มกราคม 2549

จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์	อาทิตย์
						1 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff
2 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	3 -ชั่ง filter และ Puff	4 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	5 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	6 -ชั่ง filter และ Puff	7 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	8 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter
9 -ชั่ง filter และ Puff	10 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	11 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	12 -ชั่ง filter และ Puff	13 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10	14 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	15
16 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	17 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	18 -ชั่ง filter และ Puff	19 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	20 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	21	22 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff
23 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	24 -ชั่ง filter และ Puff	25 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	26 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	27 -ชั่ง filter และ Puff	28 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10	29 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter f เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter
30	31 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	-ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter				

เดือน กุมภาพันธ์ 2549

จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์	อาทิตย์
		1 -ชั่ง filter และ Puff	2 -ชั่ง filter และ Puff -ไปเอาข้อมูลอุตุนิยม วิทยาเชียงใหม่	3 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	4 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บ ในตู้ดูดความชื้น -clean filter	5
6 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	7 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บ ในตู้ดูดความชื้น -clean filter	8 -ชั่ง filter และ Puff -ไปเอาข้อมูลอุตุนิยม วิทยาจ.ลำพูน	9 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	10 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บ ในตู้ดูดความชื้น -clean filter	11	12 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 -ชั่ง filter และ Puff
13 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter -clean filter	14 -ชั่ง filter และ Puff	15 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	16 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บ ในตู้ดูดความชื้น -clean filter	17 -ชั่ง filter และ Puff	18 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	19 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บ ในตู้ดูดความชื้น -clean filter
20 -ชั่ง filter และ Puff	21 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	22 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บ ในตู้ดูดความชื้น -clean filter	23 -ชั่ง filter และ Puff -จ่ายค่าเช่าสถานที่+ ค่าไฟฟ้า	24 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	25 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บ ในตู้ดูดความชื้น -clean filter	26
27 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 -ชั่ง filter และ Puff	28 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter เก็บ ในตู้ดูดความชื้น -clean filter					

เดือน มีนาคม 2549

จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์	อาทิตย์
		1	2 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	3 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	4	5 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff
6 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	7 -ชั่ง filter และ Puff -ไปเอาข้อมูลอุตุเชียงใหม่	8 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	9 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	10 -ชั่ง filter และ Puff -ไปเอาข้อมูลอุตุจ.ลำพูน	11 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	12 -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter
13 -ชั่ง filter และ Puff	14 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 -ชั่ง filter และ Puff	15 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	16 -ชั่ง filter และ Puff	17 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	18 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	19
20 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	21 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	22 -ชั่ง filter และ Puff	23 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	24 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	25	26 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด
27 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	28 -ชั่ง filter และ Puff -จ่ายค่าเช่าสถานที่+ค่าไฟฟ้า	29 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 -ชั่ง filter และ Puff	30 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	31 -ชั่ง filter และ Puff		

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือน เมษายน 2549

จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์	อาทิตย์
					1 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	2 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter
3 -ชั่ง filter และ Puff -ไปเอาข้อมูลอุตุ จ.เชียงใหม่	4 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	5 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	6 -ชั่ง filter และ Puff -ไปเอาข้อมูลอุตุ จ.ลำพูน	7 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	8 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	9
10 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	11 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	12 -ชั่ง filter และ Puff	13 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 -ชั่ง filter และ Puff	14 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	15	16 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด
17 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	18 -ชั่ง filter และ Puff	19 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	20 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	21 -ชั่ง filter และ Puff	22 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	23 -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter
24 -ชั่ง filter และ Puff	25 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด -ชั่ง filter และ Puff	26 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	27 -ชั่ง filter และ Puff -จ่ายค่าเช่าสถานที่+ค่าไฟฟ้า	28 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 -ชั่ง filter และ Puff	29 -รับ filter เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	30

เดือน พฤษภาคม 2549

จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์	อาทิตย์
1 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	2 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	3 -ชั่ง filter และ Puff -ไปเอาข้อมูลอุตุ จ.เชียงใหม่	4 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	5 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	6	7 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด
8 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	9 -ชั่ง filter และ Puff -ไปเอาข้อมูลอุตุ จ.ลำพูน	10 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	11 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	12 -ชั่ง filter และ Puff	13 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10	14 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter
15 -ชั่ง filter และ Puff	16 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	17 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	18 -ชั่ง filter และ Puff	19 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	20 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	21
22 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	23 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	24 -ชั่ง filter และ Puff	25 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	26 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	27	28 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10
29 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	30 -ชั่ง filter และ Puff -จ่ายค่าเช่าสถานที่+ค่าไฟฟ้า	31 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด				

เดือน มิถุนายน 2549

จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์	อาทิตย์
			1 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	2 -ชั่ง filter และ Puff -ไปเอาข้อมูลอุตุ จ.เชียงใหม่	3 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	4 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter
5	6 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	7 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	8 -ชั่ง filter และ Puff -ไปเอาข้อมูลอุตุ จ.ลำพูน	9 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	10 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	11
12 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10	13 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	14 -ชั่ง filter และ Puff	15 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	16 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	17	18 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด
19 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	20 -ชั่ง filter และ Puff	21 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	22 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	23 -ชั่ง filter และ Puff	24 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10 และ PM 5 ขนาด	25 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter
26 -ชั่ง filter และ Puff	27 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10	28 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	29 -ชั่ง filter และ Puff -จ่ายค่าเช่าสถานที่+ค่าไฟฟ้า	30 -เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10		

เดือน กรกฎาคม 2549

จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์	อาทิตย์
					1 -ชั่ง filter และ Puff -รับ filter และ Puff เก็บในตู้ดูดความชื้น -clean filter	2
3 -ชั่ง filter	4 -ชั่ง filter -ไปเอาข้อมูลอุตุเชียงใหม่	5 -ชั่ง filter	6 -ชั่ง filter -ไปเอาข้อมูลอุตุจ.ลำพูน	7 -ชั่ง filter และ	8	9
10 -ชั่ง Puff	11 -ชั่ง Puff	12 -ชั่ง Puff	13 -ชั่ง Puff	14 -ชั่ง Puff	15	16
17 -ชั่ง Puff	18 -ชั่ง Puff	19 -ชั่ง Puff	20 -ประมวลผลข้อมูล PM10 และ PM 5 ขนาด -ประมวลผลข้อมูลปริมาตรอากาศ	21 -ประมวลผลข้อมูล PM10 และ PM 5 ขนาด -ประมวลผลข้อมูลปริมาตรอากาศ	22	23
24 -ประมวลผลข้อมูล PM10 และ PM 5 ขนาด -ประมวลผลข้อมูลปริมาตรอากาศ	25 -ประมวลผลข้อมูล PM10 และ PM 5 ขนาด -ประมวลผลข้อมูลปริมาตรอากาศ	26 -ประมวลผลข้อมูล PM10 และ PM 5 ขนาด -ประมวลผลข้อมูลปริมาตรอากาศ	27 -จัดทำข้อมูลส่งคณะวิทย์+คณะแพทย์	28 -จัดทำข้อมูลส่งคณะวิทย์+คณะแพทย์	29	30
31 -จัดทำข้อมูลส่งคณะวิทย์+คณะแพทย์						

เดือนสิงหาคม 2549

จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์	อาทิตย์
	1 -จัดทำข้อมูลส่งคณะวิทย์+คณะแพทย์	2 -จัดทำข้อมูลส่งคณะวิทย์+คณะแพทย์	3 -จัดทำข้อมูลส่งคณะวิทย์+คณะแพทย์	4 -จัดทำข้อมูลส่งคณะวิทย์+คณะแพทย์	5	6
7 -ประมวลผลข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จ.เชียงใหม่	8 -ประมวลผลข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จ.เชียงใหม่	9 -ประมวลผลข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จ.เชียงใหม่	10 -ประมวลผลข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จ.เชียงใหม่	11 -ประมวลผลข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จ.เชียงใหม่	12	13
14 -ประมวลผลข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จ.เชียงใหม่	15 -ประมวลผลข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จ.เชียงใหม่	16 -ประมวลผลข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จ.ลำพูน	17 -ประมวลผลข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จ.ลำพูน	18 -ประมวลผลข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จ.ลำพูน	19	20
21 -ประมวลผลข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จ.ลำพูน	22 -ประมวลผลข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จ.ลำพูน -แจ้งระงับการใช้ไฟฟ้าที่การไฟฟ้าเชียงใหม่	23 -ประมวลผลข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จ.ลำพูน -แจ้งระงับการใช้ไฟฟ้าที่การไฟฟ้าจ.ลำพูน	24 -ประมวลผลข้อมูลPM10/PM 5 ขนาด/อุตุนิยมวิทยาเชียงใหม่+ลำพูน+ค.พ.เพื่อเตรียมจัดทำรายงานความก้าวหน้า	25 -ประมวลผลข้อมูลPM10/PM 5 ขนาด/อุตุนิยมวิทยาเชียงใหม่+ลำพูน+ค.พ.เพื่อเตรียมจัดทำรายงานความก้าวหน้า	26	27
28 -ประมวลผลข้อมูลPM10/PM 5 ขนาด/อุตุนิยมวิทยาเชียงใหม่+ลำพูน+ค.พ.เพื่อเตรียมจัดทำรายงานความก้าวหน้า	29 -ประมวลผลข้อมูลPM10/PM 5 ขนาด/อุตุนิยมวิทยาเชียงใหม่+ลำพูน+ค.พ.เพื่อเตรียมจัดทำรายงานความก้าวหน้า	30 -ประมวลผลข้อมูลPM10/PM 5 ขนาด/อุตุนิยมวิทยาเชียงใหม่+ลำพูน+ค.พ.เพื่อเตรียมจัดทำรายงานความก้าวหน้า	31 -ประมวลผลข้อมูลPM10/PM 5 ขนาด/อุตุนิยมวิทยาเชียงใหม่+ลำพูน+ค.พ.เพื่อเตรียมจัดทำรายงานความก้าวหน้า			

เดือน กันยายน 2549

จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์	อาทิตย์
				1 -ประมวลผลข้อมูลPM10/ PM 5 ขนาด/อุตุนิยม วิทยาเชียงใหม่+ลำพูน+ ค.พ.เพื่อเตรียมจัดทำ รายงานความก้าวหน้า	2	3
4 -ประมวลผลข้อมูลPM10/ PM 5 ขนาด/อุตุนิยม วิทยาเชียงใหม่+ลำพูน+ ค.พ.เพื่อเตรียมจัดทำ รายงานความก้าวหน้า	5 -ประมวลผลข้อมูลPM10/ PM 5 ขนาด/อุตุนิยม วิทยาเชียงใหม่+ลำพูน+ ค.พ.เพื่อเตรียมจัดทำ รายงานความก้าวหน้า	6 -ประมวลผลข้อมูลPM10/ PM 5 ขนาด/อุตุนิยม วิทยาเชียงใหม่+ลำพูน+ ค.พ.เพื่อเตรียมจัดทำ รายงานความก้าวหน้า	7 -ประมวลผลข้อมูลPM10/ PM 5 ขนาด/อุตุนิยม วิทยาเชียงใหม่+ลำพูน+ ค.พ.เพื่อเตรียมจัดทำ รายงานความก้าวหน้า	8 -ประมวลผลข้อมูลPM10/ PM 5 ขนาด/อุตุนิยม วิทยาเชียงใหม่+ลำพูน+ ค.พ.เพื่อเตรียมจัดทำ รายงานความก้าวหน้า	9	10
11 -จัดทำ รายงานความก้าวหน้า	12 -จัดทำ รายงานความก้าวหน้า	13 -จัดทำ รายงานความก้าวหน้า	14 -จัดทำ รายงานความก้าวหน้า	15 -จัดทำ รายงานความก้าวหน้า	16	17
18 -จัดทำ รายงานความก้าวหน้า	19 -จัดทำ รายงานความก้าวหน้า	20	21 -จัดทำ รายงานความก้าวหน้า	22 -จัดทำ รายงานความก้าวหน้า	23	24
25 -จัดทำ รายงานความก้าวหน้า	26 -จัดทำ รายงานความก้าวหน้า	27 -จัดทำ รายงานความก้าวหน้า	28 -จัดทำ รายงานความก้าวหน้า	29 -จัดทำ รายงานความก้าวหน้า	30	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ฌ

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและปริมาณอนุภาคฝุ่น PM 10 และ PM 2.5 ของกรมควบคุมมลพิษ

เดือนมิถุนายน 2548

วัน	วันที่	PM 10 ($\mu g/m^3$)	PM 2.5 ($\mu g/m^3$)	อุณหภูมิ (^oC)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
ศุกร์	17	30.33	12.75	28.2	85.5	727.8	0.6
เสาร์	18	24.42	12.58	28.6	80.4	728.3	0.0
อาทิตย์	19	20.04	11.58	28.3	83.2	728.4	0.5
จันทร์	20	24.42	11.25	27.8	87.5	729.7	0.2
อังคาร	21	17.17	10.33	27.7	89.2	730.7	0.5
พุธ	22	31.50	14.58	26.7	95.5	731.4	0.0
พฤหัสบดี	23	24.83	9.67	27.7	86.1	730.0	1.0
ศุกร์	24	18.25	9.79	28.2	79.1	729.8	0.0
เสาร์	25	24.08	10.58	28.3	72.4	730.3	0.0
อาทิตย์	26	19.08	9.08	28.9	69.4	730.1	0.0
จันทร์	27	25.33	11.54	27.2	84.7	730.5	0.2
อังคาร	28	21.50	15.25	25.5	91.9	729.9	0.0
พุธ	29	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
พฤหัสบดี	30	33.44	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนกรกฎาคม 2548

วัน	วันที่	PM 10 ($\mu g/m^3$)	PM 2.5 ($\mu g/m^3$)	อุณหภูมิ ($^{\circ}C$)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
ศุกร์	1	35.0	0.0	0	0	0	0
เสาร์	2	38.2	0.0	0	0	0	0
อาทิตย์	3	26.8	0.0	0	0	0	0
จันทร์	4	28.3	0.0	0	0	0	0
อังคาร	5	39.7	0.0	0	0	0	0
พุธ	6	23.1	0.0	0	0	0	0
พฤหัสบดี	7	24.1	12.4	32.4	52.1	722.4	0.1
ศุกร์	8	26.6	11.7	29.8	61.3	728.9	0.0
เสาร์	9	32.3	14.2	28.0	70.3	729.1	0.1
อาทิตย์	10	35.3	14.6	28.4	68.3	730.8	0.0
จันทร์	11	39.8	13.2	29.9	63.9	731.2	0.0
อังคาร	12	45.2	18.7	28.6	70.7	730.7	0.8
พุธ	13	19.3	9.8	24.8	85.1	730.9	1.4
พฤหัสบดี	14	27.8	14.5	26.0	81.0	732.5	2.3
ศุกร์	15	25.5	11.7	26.7	76.3	732.6	0.2
เสาร์	16	24.5	13.4	27.6	73.5	731.8	0.1
อาทิตย์	17	34.1	13.3	29.4	66.0	729.8	0.0
จันทร์	18	36.7	15.7	29.8	67.3	729.8	0.0
อังคาร	19	23.3	11.2	28.7	70.4	729.8	0.0
พุธ	20	26.3	17.3	29.0	74.6	730.0	0.5
พฤหัสบดี	21	30.8	18.8	27.0	81.6	728.1	0.5
ศุกร์	22	21.1	19.0	27.8	77.9	727.4	1.3
เสาร์	23	21.3	18.0	27.4	77.2	727.7	0.3
อาทิตย์	24	19.5	19.9	26.5	80.6	727.5	0.7
จันทร์	25	35.1	26.4	25.4	85.2	727.8	0.3
อังคาร	26	36.4	25.6	26.0	84.0	728.7	0.6
พุธ	27	26.9	19.4	27.0	77.1	728.6	0.0
พฤหัสบดี	28	26.8	17.7	28.5	69.6	727.8	0.0
ศุกร์	29	29.9	18.8	28.6	67.3	726.8	0.0
เสาร์	30	36.2	20.5	28.5	69.6	725.8	0.4
อาทิตย์	31	32.9	18.5	28.2	68.4	725.4	0.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนสิงหาคม 2548

วัน	วันที่	PM 10 ($\mu g/m^3$)	PM 2.5 ($\mu g/m^3$)	อุณหภูมิ (^{o}C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
จันทร์	1	36.3	20.8	26.02	78.08	726.21	0.63
อังคาร	2	19.2	14.8	27.32	73.00	728.10	0.05
พุธ	3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
พฤหัสบดี	4	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
ศุกร์	5	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
เสาร์	6	45.6	22.6	27.63	75.43	726.86	0.38
อาทิตย์	7	44.5	22.6	26.98	77.75	726.67	0.20
จันทร์	8	37.3	22.2	26.93	74.21	727.63	0.00
อังคาร	9	33.4	20.7	26.93	73.29	727.83	0.00
พุธ	10	29.9	20.3	27.40	69.50	727.00	0.00
พฤหัสบดี	11	31.8	17.1	27.29	70.09	725.41	0.00
ศุกร์	12	34.2	14.1	25.50	81.96	724.29	0.36
เสาร์	13	16.0	10.0	23.40	89.33	723.00	6.63
อาทิตย์	14	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
จันทร์	15	40.8	18.6	27.77	71.18	728.36	0.00
อังคาร	16	46.3	18.2	26.81	76.58	728.08	0.04
พุธ	17	38.0	18.8	24.63	85.29	727.17	0.53
พฤหัสบดี	18	29.7	15.3	24.85	84.54	728.33	0.13
ศุกร์	19	41.3	19.1	25.91	79.63	730.25	0.03
เสาร์	20	0.0	0.0	26.34	78.92	730.85	0.02
อาทิตย์	21	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
จันทร์	22	69.5	23.0	28.76	68.50	730.70	0.03
อังคาร	23	38.2	20.6	28.69	69.30	731.20	0.88
พุธ	24	35.1	15.5	27.08	73.62	729.48	0.04
พฤหัสบดี	25	59.4	15.4	27.82	68.45	729.00	0.04
ศุกร์	26	43.8	18.0	27.02	73.50	729.58	0.00
เสาร์	27	35.0	15.8	27.48	73.17	729.29	0.03
อาทิตย์	28	40.6	17.6	25.92	80.92	728.46	0.77
จันทร์	29	51.5	22.9	28.00	71.71	728.04	0.26
อังคาร	30	44.3	17.2	27.18	75.05	726.55	0.00
พุธ	31	39.1	13.9	30.00	63.56	725.56	0.19

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนกันยายน 2548

วัน	วันที่	PM 10 ($\mu g/m^3$)	PM 2.5 ($\mu g/m^3$)	อุณหภูมิ (^{o}C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
พฤหัสบดี	1	24.5	15.2	26.6	77.8	726.9	1.4
ศุกร์	2	32.6	13.2	27.3	76.0	728.6	0.9
เสาร์	3	31.9	18.2	24.4	83.1	728.5	1.0
อาทิตย์	4	48.0	20.1	26.2	73.9	728.0	0.0
จันทร์	5	49.9	24.8	27.1	73.4	728.8	0.0
อังคาร	6	52.3	26.3	28.5	71.0	730.8	0.0
พุธ	7	38.9	23.8	28.1	74.4	731.4	0.3
พฤหัสบดี	8	29.6	17.4	27.1	78.3	731.5	0.0
ศุกร์	9	27.0	17.2	27.2	76.0	732.0	0.3
เสาร์	10	21.1	14.4	26.2	81.3	731.1	1.7
อาทิตย์	11	15.7	13.7	25.8	80.6	730.3	0.6
จันทร์	12	25.3	17.5	26.0	79.8	731.0	0.3
อังคาร	13	49.6	25.5	28.2	69.0	731.8	0.0
พุธ	14	69.3	35.8	28.1	66.4	730.7	0.2
พฤหัสบดี	15	32.5	18.3	26.3	80.5	731.8	0.1
ศุกร์	16	33.2	20.7	28.2	74.5	732.5	0.0
เสาร์	17	26.8	14.8	26.7	82.6	732.2	0.0
อาทิตย์	18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
จันทร์	19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
อังคาร	20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
พุธ	21	61.6	27.9	27.9	75.4	732.1	0.0
พฤหัสบดี	22	35.0	17.4	28.9	71.4	732.4	0.0
ศุกร์	23	41.3	18.5	28.3	71.9	731.9	0.0
เสาร์	24	27.3	17.6	27.8	73.8	731.3	0.2
อาทิตย์	25	41.3	19.8	29.1	69.0	729.9	0.0
จันทร์	26	52.9	21.5	29.4	69.5	729.5	0.0
อังคาร	27	48.3	21.1	29.1	71.1	729.8	0.0
พุธ	28	24.8	21.8	25.8	85.2	730.3	1.2
พฤหัสบดี	29	27.2	19.0	26.1	80.8	732.3	1.5
ศุกร์	30	27.7	15.8	25.8	81.0	734.0	0.2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนตุลาคม 2548

วัน	วันที่	PM 10 ($\mu g/m^3$)	PM 2.5 ($\mu g/m^3$)	อุณหภูมิ (^oC)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
เสาร์	1	40.0	18.8	28.1	71.8	734.1	0.02
อาทิตย์	2	30.0	18.6	28.2	70.6	733.0	0.00
จันทร์	3	45.4	22.6	26.9	75.8	731.6	0.85
อังคาร	4	37.8	21.5	27.5	73.0	732.8	0.00
พุธ	5	40.9	22.2	28.4	69.3	733.5	0.00
พฤหัสบดี	6	49.3	26.0	28.1	69.0	733.5	0.00
ศุกร์	7	58.3	31.5	27.9	70.4	733.2	0.00
เสาร์	8	51.7	26.7	27.8	72.4	733.2	0.07
อาทิตย์	9	44.8	28.5	27.7	61.3	734.0	0.00
จันทร์	10	49.9	29.1	28.1	62.4	734.2	0.00
อังคาร	11	43.9	25.6	28.0	60.8	734.1	0.00
พุธ	12	50.8	27.8	28.1	62.5	733.4	0.00
พฤหัสบดี	13	40.1	23.8	27.8	69.0	733.1	0.07
ศุกร์	14	32.5	20.8	27.7	73.5	733.4	0.01
เสาร์	15	41.6	23.3	28.3	70.8	733.9	0.03
อาทิตย์	16	49.4	27.0	28.8	65.9	734.3	0.00
จันทร์	17	56.0	29.4	28.1	64.4	735.0	0.00
อังคาร	18	52.5	27.3	27.7	63.4	735.3	0.00
พุธ	19	50.0	28.4	27.5	68.5	734.8	1.13
พฤหัสบดี	20	63.9	39.7	27.2	67.4	735.0	0.00
ศุกร์	21	55.8	32.0	27.9	63.9	735.1	0.01
เสาร์	22	61.8	34.8	27.7	61.9	735.2	0.00
อาทิตย์	23	67.4	39.0	27.8	61.5	735.4	0.00
จันทร์	24	69.7	40.0	27.6	66.8	735.0	0.03
อังคาร	25	54.6	33.0	27.4	67.3	734.7	0.00
พุธ	26	46.0	27.0	27.4	70.3	734.5	0.02
พฤหัสบดี	27	49.5	28.2	27.6	72.0	734.8	0.02
ศุกร์	28	39.7	23.6	28.0	69.4	734.7	0.01
เสาร์	29	45.5	24.2	27.8	71.8	732.8	3.41
อาทิตย์	30	21.6	18.3	24.9	85.0	732.3	0.77
จันทร์	31	31.6	20.6	23.9	84.9	733.4	2.45

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนพฤศจิกายน 2548

วัน	วันที่	PM 10 ($\mu g/m^3$)	PM 2.5 ($\mu g/m^3$)	อุณหภูมิ (^oC)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
อังคาร	1	38.1	19.2	24.04	79.25	733.88	0.02
พุธ	2	37.5	19.7	25.93	70.67	733.04	0.00
พฤหัสบดี	3	42.5	24.6	27.33	67.79	732.96	0.00
ศุกร์	4	38.7	21.0	26.88	70.58	733.71	0.00
เสาร์	5	51.5	24.8	26.55	74.29	733.88	0.00
อาทิตย์	6	38.0	24.3	27.87	71.13	733.29	0.00
จันทร์	7	31.6	18.3	27.85	71.25	733.46	0.21
อังคาร	8	41.9	21.5	27.05	73.17	734.38	0.00
พุธ	9	39.3	22.6	26.18	77.92	734.04	0.21
พฤหัสบดี	10	48.5	22.5	26.09	78.04	732.63	0.03
ศุกร์	11	39.2	21.2	27.67	70.96	732.13	0.00
เสาร์	12	35.6	21.7	27.79	67.79	732.38	0.13
อาทิตย์	13	35.0	19.3	27.75	65.63	732.71	0.00
จันทร์	14	41.0	21.2	27.30	64.54	732.42	0.00
อังคาร	15	47.8	20.6	27.13	60.96	731.96	0.00
พุธ	16	62.8	26.0	26.88	66.00	732.75	0.00
พฤหัสบดี	17	57.2	31.0	27.75	67.71	733.79	0.00
ศุกร์	18	50.2	25.2	27.40	68.33	734.88	0.00
เสาร์	19	47.0	23.4	26.85	66.42	735.58	0.00
อาทิตย์	20	44.0	25.0	26.68	64.17	736.04	0.00
จันทร์	21	37.5	20.5	24.76	67.21	736.46	0.00
อังคาร	22	35.3	20.9	24.68	61.38	736.21	0.00
พุธ	23	46.0	26.5	23.33	63.46	736.25	0.00
พฤหัสบดี	24	45.8	25.4	22.83	65.96	735.58	0.00
ศุกร์	25	60.9	32.7	23.00	66.71	734.75	0.00
เสาร์	26	56.8	32.7	24.10	66.42	734.54	0.00
อาทิตย์	27	50.4	28.3	25.32	64.96	734.33	0.00
จันทร์	28	51.5	29.2	25.09	66.75	734.13	0.00
อังคาร	29	54.3	28.8	25.28	66.29	733.58	0.00
พุธ	30	61.5	31.7	25.19	67.04	731.38	0.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนธันวาคม 2548

วัน	วันที่	PM 10 ($\mu g/m^3$)	PM 2.5 ($\mu g/m^3$)	อุณหภูมิ (^oC)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
พฤหัสบดี	1	58.0	29.3	25.6	66.1	731.8	0.0
ศุกร์	2	51.0	28.7	25.2	64.3	733.6	0.0
เสาร์	3	56.9	32.3	25.0	66.0	733.2	0.0
อาทิตย์	4	52.0	28.5	26.1	65.3	732.0	0.0
จันทร์	5	49.1	29.8	26.9	68.8	732.8	0.0
อังคาร	6	27.6	21.7	24.5	81.1	733.5	1.6
พุธ	7	41.5	26.1	23.6	81.5	734.2	0.0
พฤหัสบดี	8	56.3	30.2	23.7	76.0	734.3	0.0
ศุกร์	9	45.8	26.4	24.6	71.2	733.8	0.0
เสาร์	10	60.1	33.0	25.1	72.6	733.6	0.0
อาทิตย์	11	50.0	27.8	26.3	68.8	733.9	0.0
จันทร์	12	44.5	26.0	26.2	69.2	734.2	0.0
อังคาร	13	48.7	28.1	25.5	68.9	734.1	0.0
พุธ	14	34.5	22.3	24.4	64.9	735.0	0.0
พฤหัสบดี	15	26.0	23.3	23.1	55.9	736.6	0.0
ศุกร์	16	39.9	28.0	21.8	58.1	736.4	0.0
เสาร์	17	42.3	30.7	21.9	60.7	736.6	0.0
อาทิตย์	18	58.8	35.8	22.4	54.9	735.7	0.0
จันทร์	19	78.8	42.5	20.8	62.0	734.1	0.0
อังคาร	20	74.5	43.0	20.0	62.9	734.5	0.0
พุธ	21	75.0	42.3	20.7	62.3	736.7	0.0
พฤหัสบดี	22	82.1	46.8	21.5	46.6	737.4	0.0
ศุกร์	23	97.0	50.6	20.3	51.3	735.3	0.0
เสาร์	24	112.2	53.4	21.6	59.3	734.3	0.0
อาทิตย์	25	103.5	57.0	22.2	68.4	733.7	0.0
จันทร์	26	97.3	55.6	21.3	83.3	733.9	0.1
อังคาร	27	45.1	36.0	23.4	70.7	734.8	0.0
พุธ	28	32.8	20.4	22.4	60.0	734.7	0.0
พฤหัสบดี	29	43.8	27.1	21.7	63.8	734.9	0.0
ศุกร์	30	44.6	28.8	22.4	64.3	735.0	0.0
เสาร์	31	49.2	26.3	22.4	63.0	735.3	0.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนมกราคม 2549

วัน	วันที่	PM 10 ($\mu g/m^3$)	PM 2.5 ($\mu g/m^3$)	อุณหภูมิ (^oC)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
อาทิตย์	1	47.6	32.3	22.4	64.08	735.46	0.00
จันทร์	2	34.7	24.1	22.7	64.00	734.54	0.00
อังคาร	3	32.2	26.7	22.4	64.29	733.46	0.00
พุธ	4	28.3	26.6	22.3	63.58	732.33	0.00
พฤหัสบดี	5	41.5	26.6	22.1	60.96	732.63	0.00
ศุกร์	6	58.1	30.1	22.7	62.71	733.79	0.00
เสาร์	7	72.5	34.0	24.6	66.96	734.21	0.00
อาทิตย์	8	73.0	34.3	25.4	64.50	734.21	0.02
จันทร์	9	67.7	37.2	25.2	61.67	734.50	0.00
อังคาร	10	74.7	39.7	23.5	65.29	733.79	0.00
พุธ	11	71.8	39.0	23.6	65.04	732.92	0.00
พฤหัสบดี	12	77.4	39.4	23.5	66.21	732.88	0.00
ศุกร์	13	70.5	38.5	23.5	63.67	732.33	0.00
เสาร์	14	57.2	35.6	22.6	56.33	732.08	0.00
อาทิตย์	15	54.7	32.9	21.8	56.21	732.46	0.00
จันทร์	16	71.0	37.7	21.6	58.21	731.83	0.00
อังคาร	17	65.9	33.2	21.7	57.38	731.67	0.00
พุธ	18	66.2	35.1	22.4	57.50	731.96	0.00
พฤหัสบดี	19	77.4	38.7	22.5	60.04	731.83	0.00
ศุกร์	20	65.7	36.7	23.0	58.04	731.63	0.00
เสาร์	21	65.6	36.1	22.7	55.63	731.58	0.00
อาทิตย์	22	55.6	33.4	22.7	54.38	731.17	0.00
จันทร์	23	81.0	38.8	23.4	58.29	732.29	0.00
อังคาร	24	103.3	44.9	24.9	61.67	734.13	0.00
พุธ	25	92.8	0.0	25.1	61.21	735.63	0.00
พฤหัสบดี	26	91.0	0.0	24.4	60.71	736.29	0.00
ศุกร์	27	70.8	0.0	23.5	59.42	735.08	0.00
เสาร์	28	64.8	0.0	23.1	59.67	733.75	0.00
อาทิตย์	29	63.5	0.0	23.2	58.67	733.75	0.00
จันทร์	30	70.3	0.0	23.7	55.04	734.83	0.00
อังคาร	31	80.0	0.0	24.0	56.58	736.13	0.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนกุมภาพันธ์ 2549

วัน	วันที่	PM 10 ($\mu g/m^3$)	PM 2.5 ($\mu g/m^3$)	อุณหภูมิ (^oC)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
พุธ	1	84.42	-	24.70	57.33	735.88	0.00
พฤหัสบดี	2	73.17	-	25.50	55.25	735.83	0.02
ศุกร์	3	65.13	-	25.46	50.83	735.92	0.00
เสาร์	4	88.63	-	25.98	55.04	735.92	0.00
อาทิตย์	5	92.25	-	26.57	56.58	735.13	0.00
จันทร์	6	74.08	-	25.31	60.92	734.75	0.00
อังคาร	7	59.79	-	24.77	60.50	735.29	0.00
พุธ	8	63.92	-	24.55	59.92	736.67	0.00
พฤหัสบดี	9	76.71	-	24.88	60.38	737.21	0.00
ศุกร์	10	61.21	-	24.93	58.13	735.71	0.00
เสาร์	11	61.29	-	25.59	56.25	734.08	0.00
อาทิตย์	12	50.35	-	26.30	44.75	734.67	0.00
จันทร์	13	59.83	-	25.55	53.88	734.46	0.00
อังคาร	14	70.75	-	25.66	54.58	732.88	0.00
พุธ	15	57.50	23.80	25.24	50.38	732.25	0.00
พฤหัสบดี	16	64.50	37.63	25.30	48.00	732.54	0.00
ศุกร์	17	49.96	31.25	25.59	42.67	733.17	0.00
เสาร์	18	57.57	43.39	27.32	45.83	733.65	0.01
อาทิตย์	19	61.67	50.88	27.49	42.67	733.00	0.00
จันทร์	20	70.25	52.92	28.11	46.21	733.42	0.00
อังคาร	21	71.79	57.38	28.05	50.63	732.71	0.00
พุธ	22	54.92	43.54	27.92	45.79	732.63	0.00
พฤหัสบดี	23	69.46	56.96	28.93	50.08	732.38	0.00
ศุกร์	24	76.08	69.08	30.43	49.96	732.33	0.00
เสาร์	25	72.38	55.75	29.21	45.71	731.75	0.00
อาทิตย์	26	85.00	69.33	27.95	41.42	731.13	0.00
จันทร์	27	104.08	82.63	27.42	45.33	730.96	0.00
อังคาร	28	111.25	89.38	27.53	47.33	731.75	0.01

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนมีนาคม 2549

วัน	วันที่	PM 10 ($\mu g/m^3$)	PM 2.5 ($\mu g/m^3$)	อุณหภูมิ (^oC)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
พุธ	1	120.13	100.21	28.38	48.54	732.42	0.00
พฤหัสบดี	2	110.13	93.30	28.74	52.17	733.17	0.00
ศุกร์	3	94.83	83.67	29.09	51.92	733.33	0.00
เสาร์	4	71.54	56.88	28.97	46.04	732.92	0.00
อาทิตย์	5	77.33	64.13	28.71	45.75	733.42	0.00
จันทร์	6	86.75	67.21	29.30	45.83	733.42	0.00
อังคาร	7	100.71	87.42	29.34	46.42	732.88	0.00
พุธ	8	98.96	88.79	29.97	43.13	733.63	0.00
พฤหัสบดี	9	149.54	126.38	29.90	41.92	734.04	0.00
ศุกร์	10	145.71	-	29.90	41.83	732.88	0.01
เสาร์	11	150.50	-	29.46	44.71	731.42	0.01
อาทิตย์	12	114.33	-	30.12	42.63	730.08	0.00
จันทร์	13	118.33	-	30.21	38.79	731.04	0.00
อังคาร	14	109.13	-	29.91	46.38	732.75	0.00
พุธ	15	74.54	-	30.00	52.46	733.54	0.00
พฤหัสบดี	16	90.42	73.31	29.98	45.42	731.46	0.00
ศุกร์	17	133.04	116.92	29.70	38.42	730.50	0.00
เสาร์	18	151.63	130.79	29.35	39.13	730.83	0.00
อาทิตย์	19	237.04	223.83	28.93	40.58	730.75	0.00
จันทร์	20	179.92	178.88	30.13	44.79	730.50	0.00
อังคาร	21	86.67	96.83	31.00	44.00	730.17	0.00
พุธ	22	86.25	83.46	30.62	38.13	729.42	0.00
พฤหัสบดี	23	136.81	118.71	28.57	38.67	729.17	0.00
ศุกร์	24	208.79	179.46	28.53	41.71	729.33	0.00
เสาร์	25	168.00	144.75	29.90	39.25	730.25	0.00
อาทิตย์	26	136.46	124.83	30.68	35.92	730.83	0.00
จันทร์	27	136.42	126.33	30.96	37.00	730.92	0.00
อังคาร	28	174.46	158.75	30.84	39.71	731.33	0.00
พุธ	29	111.67	108.79	28.97	55.67	732.13	0.16
พฤหัสบดี	30	61.79	87.54	26.23	70.50	733.25	0.03
ศุกร์	31	65.13	75.54	24.67	70.38	732.58	0.25

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนเมษายน 2549

วัน	วันที่	PM 10 ($\mu g/m^3$)	PM 2.5 ($\mu g/m^3$)	อุณหภูมิ (^0C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
เสาร์	1	78.13	90.21	26.82	61.50	731.63	0.00
อาทิตย์	2	92.46	93.79	28.20	51.38	731.58	0.00
จันทร์	3	96.33	95.71	30.01	46.13	731.38	0.00
อังคาร	4	87.42	86.67	30.63	45.50	731.38	0.00
พุธ	5	87.33	88.04	30.84	42.83	731.13	0.00
พฤหัสบดี	6	93.33	98.29	31.09	39.96	731.17	0.00
ศุกร์	7	101.83	104.42	31.68	41.29	731.13	0.00
เสาร์	8	76.17	88.13	29.26	58.00	730.88	0.05
อาทิตย์	9	91.08	87.67	28.72	63.08	730.88	0.31
จันทร์	10	108.00	106.71	30.89	52.92	730.83	0.00
อังคาร	11	129.88	110.83	31.90	45.21	729.88	0.00
พุธ	12	132.33	119.33	32.62	45.83	729.00	0.00
พฤหัสบดี	13	122.33	117.63	33.10	44.17	730.00	0.00
ศุกร์	14	77.96	86.13	33.33	44.25	731.75	0.00
เสาร์	15	41.14	64.09	31.90	50.73	732.68	0.13
อาทิตย์	16	25.82	53.61	27.65	67.30	732.74	0.23
จันทร์	17	30.75	54.46	27.15	69.63	731.96	0.05
อังคาร	18	43.88	55.17	28.87	64.38	732.29	0.00
พุธ	19	32.87	53.96	29.00	64.42	733.50	0.01
พฤหัสบดี	20	30.58	48.25	28.78	65.42	733.50	0.08
ศุกร์	21	39.88	56.50	30.06	61.63	731.54	0.00
เสาร์	22	41.78	56.83	29.56	63.42	730.79	0.00
อาทิตย์	23	40.04	59.25	30.91	55.25	730.38	0.00
จันทร์	24	41.00	52.88	31.31	53.75	730.96	0.00
อังคาร	25	29.90	53.18	29.29	64.00	730.95	0.05
พุธ	26	36.63	52.00	28.13	71.33	731.17	0.02
พฤหัสบดี	27	32.92	41.58	28.20	71.46	731.42	0.93
ศุกร์	28	25.38	46.54	26.74	78.13	730.83	1.23
เสาร์	29	20.60	42.71	24.60	78.92	729.54	1.63
อาทิตย์	30	32.48	45.92	26.47	74.79	729.08	0.47

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนพฤษภาคม 2549

วัน	วันที่	PM 10 ($\mu g/m^3$)	PM 2.5 ($\mu g/m^3$)	อุณหภูมิ (^oC)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
จันทร์	1	44.29	49.33	28.37	63.83	731.17	0.00
อังคาร	2	47.96	56.17	29.56	62.08	731.38	0.00
พุธ	3	49.38	54.08	30.61	59.13	731.75	0.00
พฤหัสบดี	4	48.25	59.42	31.09	57.71	732.29	0.00
ศุกร์	5	53.00	58.88	31.55	55.92	732.38	0.00
เสาร์	6	49.79	59.08	31.24	55.96	731.67	0.00
อาทิตย์	7	42.70	54.08	31.37	54.92	731.33	0.00
จันทร์	8	40.09	48.13	28.77	66.50	731.75	0.75
อังคาร	9	42.13	50.08	28.36	70.54	731.42	0.00
พุธ	10	29.74	47.58	29.05	66.33	731.00	0.01
พฤหัสบดี	11	28.63	57.96	27.42	74.67	732.29	0.05
ศุกร์	12	31.67	50.63	29.75	62.17	733.25	0.00
เสาร์	13	33.54	55.25	31.11	56.00	733.00	0.00
อาทิตย์	14	29.55	18.09	27.62	72.64	732.32	1.86
จันทร์	15	21.75	25.04	22.37	76.42	732.00	0.26
อังคาร	16	28.67	29.33	21.94	75.63	732.25	0.04
พุธ	17	45.54	42.13	23.98	76.13	731.88	0.01
พฤหัสบดี	18	44.00	46.04	24.02	83.58	730.33	0.33
ศุกร์	19	41.63	36.54	25.99	76.13	729.79	0.00
เสาร์	20	50.88	46.50	25.83	73.54	729.25	0.00
อาทิตย์	21	36.67	41.88	25.89	77.46	728.58	0.93
จันทร์	22	23.26	26.71	25.81	80.92	728.00	0.41
อังคาร	23	26.96	26.96	27.19	76.13	728.63	0.08
พุธ	24	31.96	37.25	25.74	84.33	728.38	1.16
พฤหัสบดี	25	34.89	32.86	27.66	75.27	730.23	0.79
ศุกร์	26	52.13	39.33	29.46	64.96	732.71	0.00
เสาร์	27	37.92	36.38	29.30	68.21	732.54	0.00
อาทิตย์	28	33.58	35.38	29.49	67.92	731.33	0.00
จันทร์	29	29.00	30.46	29.85	66.50	729.71	0.03
อังคาร	30	28.08	30.88	27.09	77.63	729.92	1.26
พุธ	31	29.08	26.96	27.20	77.54	731.21	0.02

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนมิถุนายน 2549

วัน	วันที่	PM 10 ($\mu g/m^3$)	PM 2.5 ($\mu g/m^3$)	อุณหภูมิ (^oC)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
พฤหัสบดี	1	37.96	38.71	28.20	73.33	730.96	0.04
ศุกร์	2	24.33	33.25	28.48	71.67	730.04	1.52
เสาร์	3	23.33	43.75	27.36	78.54	729.63	0.06
อาทิตย์	4	25.38	41.96	28.61	70.38	730.00	0.02
จันทร์	5	30.58	32.58	28.37	67.25	730.58	0.29
อังคาร	6	32.71	33.29	28.62	69.04	730.96	0.00
พุธ	7	27.67	32.52	29.25	66.67	730.52	0.00
พฤหัสบดี	8	26.83	28.96	29.40	65.79	730.04	0.00
ศุกร์	9	35.88	32.38	29.60	63.54	729.75	0.00
เสาร์	10	36.42	32.83	29.60	63.63	730.50	0.00
อาทิตย์	11	31.39	33.13	29.08	66.67	730.38	0.01
จันทร์	12	43.13	33.74	29.55	68.91	729.61	0.02
อังคาร	13	48.96	39.25	29.55	68.33	729.58	0.05
พุธ	14	49.54	38.33	30.69	64.50	729.96	0.00
พฤหัสบดี	15	40.58	32.08	30.25	66.75	730.13	0.01
ศุกร์	16	40.46	37.67	30.45	65.17	729.96	0.32
เสาร์	17	38.67	37.25	29.65	69.83	729.63	0.00
อาทิตย์	18	35.50	34.88	29.13	71.46	729.00	0.53
จันทร์	19	25.00	29.21	27.68	76.58	729.25	0.96
อังคาร	20	20.57	24.38	27.61	76.79	730.50	1.42
พุธ	21	27.48	31.21	27.77	76.08	731.04	0.80
พฤหัสบดี	22	25.25	28.29	29.51	67.88	730.50	0.00
ศุกร์	23	30.33	30.83	29.11	69.08	730.71	0.38
เสาร์	24	34.04	36.08	28.77	70.67	730.92	0.02
อาทิตย์	25	21.17	26.83	29.71	66.67	731.04	0.00
จันทร์	26	27.43	31.23	28.98	71.70	730.83	0.03
อังคาร	27	24.00	23.33	29.58	68.63	730.25	0.00
พุธ	28	19.42	19.08	29.00	69.88	729.92	0.00
พฤหัสบดี	29	30.23	23.83	28.72	70.50	729.25	0.03
ศุกร์	30	22.67	22.13	29.47	65.83	729.38	0.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของกรมอุตุนิยมวิทยาเชียงใหม่ (การบินพาณิชย์ จ.เชียงใหม่)

เดือนมิถุนายน 2548

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
ศุกร์	17	11.0	28.18	83.50	751.46	6.5
เสาร์	18	11.3	28.47	77.75	752.34	T
อาทิตย์	19	11.0	27.73	82.75	752.64	19.7
จันทร์	20	11.3	27.47	86.00	753.66	7.4
อังคาร	21	10.3	27.42	88.13	754.58	18.8
พุธ	22	10.6	26.79	92.25	755.29	0.0
พฤหัสบดี	23	11.0	27.34	85.25	753.93	12.6
ศุกร์	24	11.0	28.46	78.38	753.55	0.0
เสาร์	25	11.5	28.08	75.88	754.43	T
อาทิตย์	26	11.8	28.29	74.75	753.95	T
จันทร์	27	11.0	26.71	85.63	754.04	2.0
อังคาร	28	10.8	26.67	84.13	753.68	2.4
พุธ	29	11.5	28.98	76.75	753.40	0.0
พฤหัสบดี	30	11.3	29.74	71.75	753.39	0.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนกรกฎาคม 2548

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	แสงแดด	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
ศุกร์	1	11.0	0.34	28.61	75.88	754.16	0.0
เสาร์	2	10.3	0.34	28.04	77.25	754.34	0.2
อาทิตย์	3	11.5	0.24	28.38	76.88	753.92	0.0
จันทร์	4	11.0	0.53	28.25	78.25	753.48	T
อังคาร	5	11.3	0.53	29.66	75.25	753.18	8.1
พุธ	6	10.9	0.56	29.16	80.75	753.39	0.0
พฤหัสบดี	7	11.5	0.69	30.52	73.75	752.89	0.0
ศุกร์	8	11.0	0.56	29.12	73.88	753.09	0.0
เสาร์	9	10.5	0.19	27.30	82.25	753.92	1.5
อาทิตย์	10	11.0	0.36	28.41	81.63	755.33	0.0
จันทร์	11	11.0	0.54	29.81	76.50	755.54	0.0
อังคาร	12	10.8	0.10	28.10	81.13	755.25	47.7
พุธ	13	9.4	0.09	25.72	93.75	756.35	2.3
พฤหัสบดี	14	10.8	0.35	26.22	89.75	757.80	33.6
ศุกร์	15	10.9	0.13	26.17	90.50	757.85	3.2
เสาร์	16	11.8	0.31	26.63	84.75	756.62	0.1
อาทิตย์	17	11.5	0.71	28.10	79.75	754.33	0.0
จันทร์	18	11.3	0.51	28.44	79.75	754.15	0.0
อังคาร	19	10.5	0.34	27.09	84.25	753.95	4.8
พุธ	20	11.0	0.07	27.12	85.88	753.40	19.9
พฤหัสบดี	21	9.6	0.00	26.01	92.38	752.65	2.0
ศุกร์	22	10.5	0.16	26.69	89.25	751.65	27.1
เสาร์	23	11.4	0.08	26.28	88.00	752.07	0.0
อาทิตย์	24	9.4	0.00	25.46	93.13	752.03	15.4
จันทร์	25	9.6	0.00	24.30	95.75	752.61	7.6
อังคาร	26	9.6	0.00	25.03	93.25	753.40	5.6
พุธ	27	10.9	0.19	26.30	87.00	752.94	0.0
พฤหัสบดี	28	12.4	0.61	27.23	82.63	752.15	0.0
ศุกร์	29	12.3	0.41	27.37	81.63	751.55	0.0
เสาร์	30	11.0	0.37	27.72	83.75	750.61	T
อาทิตย์	31	11.3	0.10	27.27	83.13	750.24	0.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนสิงหาคม 2548

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	แสงแดด	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
จันทร์	1	10.0	0.00	25.28	90.75	751.61	11.8
อังคาร	2	10.5	0.29	26.55	84.25	753.38	T
พุธ	3	11.3	0.36	26.80	83.25	753.80	0.0
พฤหัสบดี	4	10.8	0.30	26.66	84.25	753.52	4.9
ศุกร์	5	10.8	0.01	26.45	88.38	753.08	0.0
เสาร์	6	11.0	0.24	26.40	85.88	752.27	2.8
อาทิตย์	7	11.3	0.03	26.36	90.50	751.90	4.9
จันทร์	8	11.0	0.14	26.39	85.63	752.73	4.5
อังคาร	9	10.5	0.00	26.13	87.50	753.28	0.4
พุธ	10	10.5	0.22	26.63	82.38	752.09	0.0
พฤหัสบดี	11	11.5	0.21	26.61	83.00	750.64	0.8
ศุกร์	12	9.8	0.00	24.97	93.00	749.87	38.5
เสาร์	13	8.0	0.00	23.84	96.88	751.44	13.1
อาทิตย์	14	11.0	0.05	25.47	89.25	754.08	9.8
จันทร์	15	11.0	0.04	26.10	85.38	754.25	0.0
อังคาร	16	8.8	0.01	26.27	89.13	753.48	2.4
พุธ	17	9.8	0.00	24.22	96.00	753.11	11.1
พฤหัสบดี	18	11.3	0.00	24.45	94.75	754.19	2.4
ศุกร์	19	10.8	0.00	25.34	91.50	755.90	0.1
เสาร์	20	10.6	0.33	26.44	87.75	755.42	0.9
อาทิตย์	21	10.8	0.18	26.48	85.38	754.73	7.2
จันทร์	22	10.8	0.02	25.97	88.25	755.55	3.5
อังคาร	23	11.1	0.19	26.77	86.25	756.05	5.0
พุธ	24	11.1	0.33	26.60	85.50	755.17	0.0
พฤหัสบดี	25	11.3	0.26	27.32	84.63	754.56	0.6
ศุกร์	26	11.0	0.00	26.70	86.63	755.19	0.0
เสาร์	27	10.5	0.14	27.26	86.50	754.88	12.3
อาทิตย์	28	10.0	0.00	25.53	92.25	754.34	6.8
จันทร์	29	11.3	0.16	27.70	85.63	753.36	0.0
อังคาร	30	10.8	0.11	26.47	88.38	752.05	0.1
พุธ	31	10.1	0.45	26.64	87.00	751.38	11.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนกันยายน 2548

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	แสงแดด	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
พฤหัสบดี	1	10.5	0.19	25.52	92.25	752.46	28.3
ศุกร์	2	11.0	0.48	27.17	87.38	754.19	7.3
เสาร์	3	10.1	0.13	24.21	95.25	754.84	34.3
อาทิตย์	4	9.8	0.44	25.79	87.75	753.96	T
จันทร์	5	10.0	0.49	26.31	88.88	754.35	50.0
อังคาร	6	9.3	0.41	26.60	86.88	755.06	6.5
พุธ	7	9.8	0.36	26.70	87.00	755.63	12.7
พฤหัสบดี	8	10.4	0.18	25.78	91.25	755.76	9.3
ศุกร์	9	10.8	0.23	26.13	88.38	756.36	5.3
เสาร์	10	9.1	0.11	24.86	91.38	755.60	41.0
อาทิตย์	11	8.9	0.23	24.68	90.88	755.10	53.2
จันทร์	12	10.0	0.22	25.00	90.25	755.69	2.9
อังคาร	13	9.5	0.36	26.85	81.63	755.96	0.0
พุธ	14	8.8	0.17	26.75	80.50	754.67	9.3
พฤหัสบดี	15	9.8	0.00	25.13	89.13	756.20	4.4
ศุกร์	16	10.8	0.32	26.43	87.38	756.20	T
เสาร์	17	11.0	0.41	27.33	85.00	755.41	0.9
อาทิตย์	18	10.8	0.49	27.70	83.13	754.15	50.0
จันทร์	19	9.3	0.02	24.56	92.75	753.62	69.1
อังคาร	20	10.5	0.03	24.28	93.25	756.55	T
พุธ	21	10.5	0.14	25.36	91.13	756.98	T
พฤหัสบดี	22	11.0	0.58	27.40	84.63	756.11	0.0
ศุกร์	23	11.9	0.60	26.90	84.88	755.89	3.3
เสาร์	24	10.4	0.40	26.44	87.25	755.29	T
อาทิตย์	25	11.5	0.71	27.59	84.25	753.69	0.0
จันทร์	26	10.5	0.44	27.90	84.13	753.23	0.0
อังคาร	27	10.5	0.09	27.60	85.75	753.60	15.7
พุธ	28	8.4	0.00	24.53	96.50	754.88	12.4
พฤหัสบดี	29	9.8	0.13	24.97	90.50	756.87	18.2
ศุกร์	30	9.9	0.10	24.77	92.38	758.65	2.2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนตุลาคม 2548

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	แสงแดด	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
เสาร์	1	11.5	0.32	26.56	85.88	758.22	0.0
อาทิตย์	2	12	0.51	26.59	87.13	757.11	0.0
จันทร์	3	10.8	0.49	25.19	90.25	755.90	15.6
อังคาร	4	11	0.39	25.99	87.25	756.96	0.0
พุธ	5	10.8	0.64	26.80	83.38	757.48	0.0
พฤหัสบดี	6	9.6	0.65	26.49	83.00	757.52	0.0
ศุกร์	7	9.3	0.60	26.05	86.38	757.23	1.0
เสาร์	8	9.5	0.41	26.39	84.63	757.45	3.5
อาทิตย์	9	8.1	0.10	25.07	79.00	758.25	0.0
จันทร์	10	8.4	0.52	26.28	79.50	758.33	0.0
อังคาร	11	9.6	0.59	26.13	78.00	758.23	0.0
พุธ	12	9.5	0.61	26.22	79.25	757.52	0.0
พฤหัสบดี	13	10	0.31	26.55	84.13	757.34	2.3
ศุกร์	14	10.5	0.40	26.30	89.50	757.61	1.1
เสาร์	15	10.5	0.46	26.88	82.88	758.03	0.0
อาทิตย์	16	10.8	0.65	27.18	80.75	758.45	0.0
จันทร์	17	8.8	0.66	26.49	80.00	759.31	0.0
อังคาร	18	8.6	0.63	25.82	81.25	759.55	0.0
พุธ	19	8.3	0.60	25.85	82.75	759.22	17.6
พฤหัสบดี	20	6.8	0.49	25.48	82.38	759.44	0.0
ศุกร์	21	7.4	0.52	26.23	81.38	759.41	0.0
เสาร์	22	7.4	0.44	25.63	79.00	759.57	0.0
อาทิตย์	23	7	0.58	25.91	78.63	759.71	0.0
จันทร์	24	6.1	0.19	25.77	82.75	759.53	2.7
อังคาร	25	7.6	0.35	25.78	85.50	759.04	0.0
พุธ	26	9	0.39	26.08	83.25	758.83	2.4
พฤหัสบดี	27	8.9	0.31	26.06	87.38	759.29	0.7
ศุกร์	28	9	0.51	26.68	83.00	759.09	8.3
เสาร์	29	9.6	0.44	25.99	86.88	757.21	60.3
อาทิตย์	30	9.5	0.02	23.81	96.38	757.38	39.7
จันทร์	31	8.1	0.01	22.81	95.75	758.72	36.8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนพฤศจิกายน 2548

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	แสงแดด	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
อังคาร	1	9.1	0.00	22.85	91.38	759.02	0.0
พุธ	2	10.4	0.62	24.58	85.63	757.79	0.0
พฤหัสบดี	3	9.6	0.53	25.78	84.75	757.47	0.0
ศุกร์	4	10.8	0.14	25.48	86.63	758.29	0.0
เสาร์	5	10.5	0.19	24.95	89.63	758.51	0.0
อาทิตย์	6	10.0	0.59	26.43	86.00	757.80	0.0
จันทร์	7	9.9	0.65	26.54	85.75	757.75	6.0
อังคาร	8	11.0	0.49	25.68	87.00	758.85	0.0
พุธ	9	10.4	0.42	24.92	92.75	758.73	3.8
พฤหัสบดี	10	10.8	0.28	24.39	92.13	757.43	4.3
ศุกร์	11	11.3	0.70	26.34	85.88	756.41	8.6
เสาร์	12	13.1	0.64	26.69	82.13	756.67	0.0
อาทิตย์	13	11.8	0.60	26.40	81.50	756.96	0.0
จันทร์	14	9.8	0.64	25.76	83.25	756.85	0.0
อังคาร	15	12.1	0.67	25.45	79.38	756.34	0.0
พุธ	16	11.0	0.59	25.10	84.38	757.09	0.0
พฤหัสบดี	17	10.5	0.58	26.09	83.38	758.21	0.0
ศุกร์	18	10.8	0.49	25.57	84.13	759.29	0.1
เสาร์	19	9.8	0.59	24.65	83.88	760.23	0.0
อาทิตย์	20	9.6	0.51	24.71	79.38	760.66	0.0
จันทร์	21	10.0	0.21	23.12	81.63	761.69	0.0
อังคาร	22	10.5	0.36	23.31	77.75	761.50	0.0
พุธ	23	10.8	0.64	21.21	80.63	761.55	0.0
พฤหัสบดี	24	9.1	0.60	21.35	80.88	761.05	0.0
ศุกร์	25	8.8	0.62	21.53	81.13	760.20	0.0
เสาร์	26	9.4	0.59	22.57	78.88	759.71	0.0
อาทิตย์	27	10.3	0.64	23.99	78.88	759.39	0.0
จันทร์	28	9.8	0.62	23.67	81.25	759.30	0.0
อังคาร	29	8.8	0.62	23.89	79.25	758.63	0.0
พุธ	30	9.1	0.58	24.01	80.00	756.30	0.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนธันวาคม 2548

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	แสงแดด	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
พฤหัสบดี	1	9.3	0.58	24.22	79.25	756.77	0.0
ศุกร์	2	8.9	0.63	23.42	78.88	758.63	0.0
เสาร์	3	8.1	0.68	23.19	80.50	758.33	0.0
อาทิตย์	4	8.9	0.59	24.59	79.50	756.97	0.0
จันทร์	5	9.0	0.39	25.30	84.75	757.30	11.6
อังคาร	6	9.5	0.19	23.68	91.75	758.68	6.8
พุธ	7	8.8	0.00	22.34	93.88	759.75	2.6
พฤหัสบดี	8	9.0	0.00	22.40	89.00	759.70	0.0
ศุกร์	9	10.6	0.45	23.18	84.88	758.82	0.0
เสาร์	10	8.8	0.24	23.79	87.13	758.69	0.0
อาทิตย์	11	9.1	0.54	24.50	83.63	758.69	0.0
จันทร์	12	10.1	0.28	24.56	83.75	759.05	0.0
อังคาร	13	9.3	0.22	23.56	83.88	759.11	0.0
พุธ	14	10.3	0.43	23.05	78.63	760.11	0.0
พฤหัสบดี	15	10.8	0.66	22.29	66.25	762.03	0.0
ศุกร์	16	10.0	0.64	20.34	72.63	762.30	0.0
เสาร์	17	8.6	0.58	20.60	74.38	762.34	0.0
อาทิตย์	18	8.9	0.47	21.08	66.88	761.21	0.0
จันทร์	19	7.6	0.53	19.31	76.00	760.19	0.0
อังคาร	20	6.6	0.59	18.30	78.75	760.74	0.0
พุธ	21	5.9	0.12	19.35	76.75	762.83	0.0
พฤหัสบดี	22	6.5	0.04	20.10	60.25	763.32	0.0
ศุกร์	23	6.1	0.01	18.96	62.88	761.37	0.0
เสาร์	24	6.6	0.09	19.82	74.25	760.13	0.0
อาทิตย์	25	5.4	0.03	20.89	80.13	759.40	5.3
จันทร์	26	3.6	0.00	20.10	96.00	759.88	1.6
อังคาร	27	8.4	0.60	22.44	81.38	760.31	0.0
พุธ	28	10.5	0.69	20.67	75.63	760.48	0.0
พฤหัสบดี	29	10.8	0.64	19.98	79.88	760.74	0.0
ศุกร์	30	10.1	0.63	20.77	78.00	760.67	0.0
เสาร์	31	9.8	0.65	21.03	77.50	761.03	0.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนมกราคม 2549

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	แสงแดด	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
อาทิตย์	1	9.1	0.65	20.75	79.63	761.13	0.0
จันทร์	2	9.8	0.64	20.9	80.50	760.25	0.0
อังคาร	3	9.3	0.64	20.79	79.63	759.23	0.0
พุธ	4	9.4	0.66	20.65	79.63	758.14	0.0
พฤหัสบดี	5	9.8	0.64	20.48	75.13	758.33	0.0
ศุกร์	6	10.0	0.64	21.12	78.38	759.39	0.0
เสาร์	7	8.9	0.56	23.14	81.63	759.53	0.0
อาทิตย์	8	9.4	0.61	23.91	77.25	759.17	0.0
จันทร์	9	8.9	0.49	23.24	75.88	759.55	0.0
อังคาร	10	9.1	0.63	21.84	79.50	759.32	0.0
พุธ	11	8.4	0.63	21.94	78.50	758.18	0.0
พฤหัสบดี	12	8.3	0.61	21.78	78.88	758.33	0.0
ศุกร์	13	9.1	0.65	21.45	76.13	757.85	0.0
เสาร์	14	10.0	0.65	20.4	72.50	757.81	0.0
อาทิตย์	15	9.8	0.64	19.22	70.38	758.31	0.0
จันทร์	16	8.6	0.65	19.18	72.50	757.65	0.0
อังคาร	17	9.0	0.64	19.59	72.50	757.46	0.0
พุธ	18	9.5	0.65	20.41	71.50	757.51	0.0
พฤหัสบดี	19	9.5	0.64	20.73	74.13	757.22	0.0
ศุกร์	20	7.1	0.71	20.85	72.00	756.98	0.0
เสาร์	21	8.8	0.64	20.47	70.00	757.07	0.0
อาทิตย์	22	8.9	0.65	20.75	69.38	756.75	0.0
จันทร์	23	9.3	0.61	21.4	75.50	757.73	0.0
อังคาร	24	7.3	0.44	23.14	76.63	759.29	0.0
พุธ	25	7.5	0.54	23.17	77.38	760.67	0.0
พฤหัสบดี	26	8.1	0.47	22.44	73.75	761.59	0.0
ศุกร์	27	7.4	0.61	21.62	72.75	760.54	0.0
เสาร์	28	7.9	0.62	21.2	73.75	759.24	0.0
อาทิตย์	29	8.0	0.58	21.05	73.00	759.23	0.0
จันทร์	30	8.0	0.63	21.94	68.75	760.28	0.0
อังคาร	31	8.3	0.61	22.14	71.13	761.42	0.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนกุมภาพันธ์ 2549

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	แสงแดด	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
พุธ	1	7.3	0.64	22.93	71.38	761.15	0.0
พฤหัสบดี	2	8.8	0.67	23.56	69.50	760.76	0.0
ศุกร์	3	9.1	0.66	23.57	67.00	761.07	0.0
เสาร์	4	7.4	0.61	24.13	70.25	760.80	0.0
อาทิตย์	5	7.5	0.56	25.08	66.50	759.89	0.0
จันทร์	6	9.0	0.54	23.48	74.75	759.70	0.0
อังคาร	7	9.1	0.46	22.96	73.50	760.45	0.0
พุธ	8	9.0	0.49	22.73	73.25	762.05	0.0
พฤหัสบดี	9	9.6	0.49	22.96	74.50	762.49	0.0
ศุกร์	10	9.6	0.55	23.31	71.75	760.99	0.0
เสาร์	11	9.8	0.59	23.65	70.25	759.11	0.0
อาทิตย์	12	11.3	0.64	24.53	58.63	759.51	0.0
จันทร์	13	10.0	0.60	24.20	65.63	759.30	0.0
อังคาร	14	9.9	0.66	23.94	65.63	757.71	0.0
พุธ	15	10.0	0.65	23.28	63.25	757.19	0.0
พฤหัสบดี	16	10.0	0.64	23.08	60.88	757.72	0.0
ศุกร์	17	11.3	0.68	24.10	55.75	758.22	0.0
เสาร์	18	10.5	0.65	25.90	58.63	757.97	0.0
อาทิตย์	19	10.3	0.65	25.82	59.75	757.51	0.0
จันทร์	20	10.5	0.66	26.45	62.50	757.80	0.0
อังคาร	21	9.8	0.66	26.36	64.13	757.14	0.0
พุธ	22	9.8	0.68	26.28	61.25	757.05	0.0
พฤหัสบดี	23	10.0	0.59	27.65	62.88	756.62	0.0
ศุกร์	24	10.0	0.67	28.80	61.25	756.35	0.0
เสาร์	25	8.8	0.67	27.63	57.88	755.85	0.0
อาทิตย์	26	10.0	0.67	25.93	55.25	755.57	0.0
จันทร์	27	9.5	0.66	25.39	57.75	755.46	0.0
อังคาร	28	9.1	0.67	25.76	58.88	756.27	0.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนมีนาคม 2549

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	แสงแดด	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
พุธ	1	6.3	0.62	26.88	59.75	756.80	0.0
พฤหัสบดี	2	8.0	0.62	27.52	62.50	757.64	0.0
ศุกร์	3	7.4	0.66	27.58	64.00	757.72	0.0
เสาร์	4	10.0	0.66	27.10	59.00	757.30	0.0
อาทิตย์	5	10.0	0.64	26.94	56.88	757.76	0.0
จันทร์	6	9.5	0.68	27.78	56.25	757.77	0.0
อังคาร	7	9.0	0.68	27.62	59.13	757.28	0.0
พุธ	8	9.4	0.68	28.41	54.25	757.74	0.0
พฤหัสบดี	9	8.0	0.61	28.25	53.50	758.34	0.0
ศุกร์	10	6.4	0.66	28.16	54.50	756.89	0.0
เสาร์	11	6.6	0.66	28.08	55.75	755.60	0.0
อาทิตย์	12	8.0	0.69	28.63	54.25	754.26	0.0
จันทร์	13	8.4	0.66	28.32	51.13	755.22	0.0
อังคาร	14	8.5	0.69	28.30	56.75	757.09	0.0
พุธ	15	9.8	0.59	28.50	63.50	757.85	0.0
พฤหัสบดี	16	9.9	0.69	28.45	58.25	755.69	0.0
ศุกร์	17	9.5	0.69	28.22	49.88	754.77	0.0
เสาร์	18	8.8	0.64	27.82	49.63	755.09	0.0
อาทิตย์	19	4.9	0.45	27.76	51.00	754.98	0.0
จันทร์	20	5.3	0.56	28.75	55.00	754.77	0.0
อังคาร	21	8.0	0.69	29.62	55.50	754.13	0.0
พุธ	22	9.3	0.64	28.85	46.75	753.47	0.0
พฤหัสบดี	23	6.8	0.59	26.79	47.50	753.60	0.0
ศุกร์	24	6.0	0.64	26.70	52.13	753.80	0.0
เสาร์	25	6.6	0.66	28.69	47.63	754.42	0.0
อาทิตย์	26	8.4	0.74	29.49	45.13	754.92	0.0
จันทร์	27	6.9	0.74	28.95	48.63	754.91	0.0
อังคาร	28	5.6	0.63	29.78	50.00	755.39	0.0
พุธ	29	7.3	0.39	26.47	66.25	756.70	8.4
พฤหัสบดี	30	8.0	0.05	24.83	82.13	758.29	9.6
ศุกร์	31	8.6	0.21	23.30	80.13	758.04	0.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนเมษายน 2549

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	แสงแดด	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
เสาร์	1	9.4	0.19	25.66	73.00	756.45	0.0
อาทิตย์	2	9.4	0.68	27.17	60.50	756.35	0.0
จันทร์	3	8.5	0.70	28.67	56.00	755.66	0.0
อังคาร	4	9.0	0.71	29.35	56.00	755.56	0.0
พุธ	5	9.8	0.71	29.10	53.63	755.19	0.0
พฤหัสบดี	6	9.6	0.70	29.91	50.13	755.20	0.0
ศุกร์	7	8.3	0.64	30.52	52.88	754.97	1.7
เสาร์	8	8.6	0.52	27.77	67.88	755.31	4.1
อาทิตย์	9	9.3	0.67	27.89	70.00	755.27	T
จันทร์	10	9.4	0.60	29.99	60.63	754.86	0.0
อังคาร	11	8.5	0.66	30.70	52.25	753.63	0.0
พุธ	12	7.6	0.64	31.28	53.88	752.78	0.0
พฤหัสบดี	13	6.9	0.52	32.31	52.88	753.70	0.0
ศุกร์	14	8.9	0.67	32.08	52.38	755.36	0.0
เสาร์	15	10.0	0.53	29.86	61.63	756.67	3.9
อาทิตย์	16	10.8	0.45	26.62	76.13	757.52	16.4
จันทร์	17	11.6	0.42	26.19	79.00	756.77	0.0
อังคาร	18	11.3	0.21	27.74	75.00	756.69	T
พุธ	19	10.3	0.49	28.16	73.75	757.89	2.9
พฤหัสบดี	20	10.8	0.47	27.49	75.88	758.02	T
ศุกร์	21	10.8	0.64	29.13	70.25	755.65	0.2
เสาร์	22	11.0	0.43	28.25	73.38	755.00	T
อาทิตย์	23	10.8	0.64	29.66	65.38	754.46	0.0
จันทร์	24	10.5	0.57	30.06	63.75	754.77	0.0
อังคาร	25	10.8	0.56	27.85	73.63	755.21	73.9
พุธ	26	10.8	0.28	27.38	78.88	755.68	1.2
พฤหัสบดี	27	10.4	0.36	27.47	80.38	755.85	40.6
ศุกร์	28	9.4	0.31	26.16	86.75	755.60	30.4
เสาร์	29	9.8	0.14	23.81	89.38	754.68	29.7
อาทิตย์	30	11.0	0.17	25.28	83.38	753.98	1.7

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนพฤษภาคม 2549

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	แสงแดด	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
จันทร์	1	11.0	0.66	27.77	72.75	755.50	0.0
อังคาร	2	11.3	0.61	28.70	73.13	755.66	0.0
พุธ	3	10.8	0.68	29.55	70.13	755.81	0.0
พฤหัสบดี	4	11.0	0.75	30.00	69.38	756.07	0.0
ศุกร์	5	11.3	0.75	29.90	68.25	756.25	0.0
เสาร์	6	11.3	0.77	29.26	71.00	755.61	0.0
อาทิตย์	7	11.5	0.74	30.05	67.00	755.21	0.0
จันทร์	8	11.0	0.61	27.82	79.00	756.08	10.5
อังคาร	9	11.3	0.59	27.31	84.00	755.87	0.0
พุธ	10	11.5	0.62	27.53	80.38	755.24	3.0
พฤหัสบดี	11	10.8	0.33	25.77	88.00	757.07	0.5
ศุกร์	12	11.3	0.67	28.22	74.00	757.49	0.0
เสาร์	13	12.4	0.78	29.79	66.88	756.88	0.0
อาทิตย์	14	9.6	0.31	26.23	85.75	756.86	66.2
จันทร์	15	10.4	0.00	21.07	86.75	757.73	1.3
อังคาร	16	10.8	0.00	20.70	86.50	758.05	1.7
พุธ	17	10.0	0.00	22.99	88.50	757.31	0.6
พฤหัสบดี	18	7.5	0.00	22.66	95.38	755.67	10.8
ศุกร์	19	9.8	0.12	24.63	88.50	754.55	0.0
เสาร์	20	9.3	0.00	24.06	86.00	754.05	0.1
อาทิตย์	21	9.5	0.06	24.70	89.63	753.26	23.5
จันทร์	22	10.5	0.01	25.09	92.75	752.78	4.5
อังคาร	23	10.8	0.28	26.20	85.25	753.04	19.7
พุธ	24	9.1	0.04	24.56	97.00	753.38	41.8
พฤหัสบดี	25	9.8	0.30	26.32	90.00	754.59	0.0
ศุกร์	26	11.0	0.62	28.01	77.50	756.74	0.0
เสาร์	27	11.9	0.53	27.81	81.13	756.62	0.0
อาทิตย์	28	11.5	0.54	27.89	80.63	755.32	0.0
จันทร์	29	11.3	0.42	28.73	78.13	753.48	0.0
อังคาร	30	10.3	0.01	25.53	89.75	754.43	32.6
พุธ	31	11.3	0.09	25.53	90.50	755.57	2.7

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนมิถุนายน 2549

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	แสงแดด	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
พฤหัสบดี	1	10.5	0.21	26.90	87.25	755.13	0.1
ศุกร์	2	12.13	0.49	27.00	85.75	754.08	45.6
เสาร์	3	11.63	0.19	26.26	91.88	754.01	5.5
อาทิตย์	4	11	0.38	27.11	84.63	754.12	1.6
จันทร์	5	11.25	0.29	26.90	82.75	754.73	5.3
อังคาร	6	12.63	0.34	26.93	80.5	754.96	0
พุธ	7	12.38	0.33	27.93	79.5	754.61	0
พฤหัสบดี	8	12.38	0.42	28.21	78.38	754.01	0
ศุกร์	9	12.75	0.48	27.91	77.88	753.66	0
เสาร์	10	11.75	0.24	27.97	77.13	754.49	0
อาทิตย์	11	11.38	0.26	28.35	79.88	754.57	0.3
จันทร์	12	10.5	0.31	27.83	84.5	753.44	1.4
อังคาร	13	12	0.51	27.84	83.75	753.25	T
พุธ	14	11	0.66	29.46	76.13	753.50	0
พฤหัสบดี	15	10.75	0.34	28.78	80.38	753.71	0
ศุกร์	16	11	0.43	29.55	78.38	753.48	0
เสาร์	17	11	0.27	28.13	85	753.48	1.7
อาทิตย์	18	10.75	0.39	28.25	83.5	753.01	5.5
จันทร์	19	7.75	0.30	26.53	89.25	753.67	40.3
อังคาร	20	9.38	0.22	26.07	92.13	754.81	32.8
พุธ	21	10.5	0.11	26.94	88.63	755.48	0.3
พฤหัสบดี	22	11.25	0.59	27.85	81.75	754.36	4.7
ศุกร์	23	11.25	0.52	28.00	83.63	754.67	27.8
เสาร์	24	11	0.46	27.49	82.5	755.03	1.2
อาทิตย์	25	11.25	0.59	28.09	81.13	754.84	1.8
จันทร์	26	10.88	0.44	27.45	85.38	754.80	1.2
อังคาร	27	11	0.71	27.75	83.88	754.05	1.1
พุธ	28	10.75	0.44	27.45	82.75	753.89	0
พฤหัสบดี	29	10.5	0.19	26.70	87.63	753.32	2.2
ศุกร์	30	11.88	0.31	27.53	81.38	753.26	0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของจังหวัดลำพูน

เดือนมิถุนายน 2548

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
ศุกร์	17	12.00	28.56	73.50	731.97	-
เสาร์	18	11.38	28.23	79.13	732.9	-
อาทิตย์	19	12.50	28.74	75.50	733.17	-
จันทร์	20	9.75	28.08	84.00	734.07	-
อังคาร	21	10.88	27.49	84.88	735.05	-
พุธ	22	10.38	27.03	86.00	735.65	-
พฤหัสบดี	23	11.38	27.71	75.38	734.6	-
ศุกร์	24	12.75	27.85	69.00	733.98	-
เสาร์	25	12.75	28.15	65.38	734.87	-
อาทิตย์	26	13.00	28.35	64.88	734.5	-
จันทร์	27	11.25	27.46	77.63	734.51	-
อังคาร	28	10.50	27.56	77.13	734.19	-
พุธ	29	12.38	28.39	71.00	734.09	-
พฤหัสบดี	30	13.00	28.95	64.50	734.12	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนกรกฎาคม 2548

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
ศุกร์	1	12.38	28.55	62.88	734.69	0.00
เสาร์	2	13.00	28.38	65.75	734.78	0.00
อาทิตย์	3	13.00	28.58	66.75	734.49	0.00
จันทร์	4	12.00	28.38	77.63	734.03	3.01
อังคาร	5	11.63	28.74	74.50	733.85	0.00
พุธ	6	12.75	29.23	73.38	733.96	0.00
พฤหัสบดี	7	12.75	30.13	67.00	733.72	0.00
ศุกร์	8	12.75	30.06	63.38	733.83	0.00
เสาร์	9	13.00	29.01	69.38	734.44	0.00
อาทิตย์	10	11.75	28.83	70.13	735.83	0.00
จันทร์	11	11.75	29.98	68.38	736.18	0.00
อังคาร	12	9.50	29.04	78.63	735.83	3.55
พุธ	13	9.38	26.36	88.38	736.58	2.98
พฤหัสบดี	14	10.25	26.61	85.25	738.03	1.73
ศุกร์	15	10.75	26.68	82.38	738.2	0.01
เสาร์	16	12.75	27.69	79.25	737.18	0.40
อาทิตย์	17	12.38	28.7	75.00	734.9	0.00
จันทร์	18	11.63	29	78.75	734.77	-
อังคาร	19	12.00	28.83	77.50	734.24	0.20
พุธ	20	11.13	28.3	80.13	733.88	0.00
พฤหัสบดี	21	10.00	26.96	88.63	733.18	1.63
ศุกร์	22	12.50	27.64	81.13	732.18	0.26
เสาร์	23	11.00	27.43	79.00	732.52	2.16
อาทิตย์	24	12.13	26.91	81.88	732.37	0.29
จันทร์	25	9.88	25.31	94.50	732.71	2.54
อังคาร	26	11.38	25.89	84.88	733.63	0.41
พุธ	27	12.13	26.81	79.00	733.4	0.06
พฤหัสบดี	28	13.00	28.18	73.50	732.77	0.00
ศุกร์	29	13.00	28.91	70.75	732.35	0.01
เสาร์	30	11.00	29.2	69.63	731.48	0.00
อาทิตย์	31	12.38	28.49	69.50	730.95	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนสิงหาคม 2548

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
จันทร์	1	-	26.94	84.25	731.96	-
อังคาร	2	-	27.08	77.88	733.84	-
พุธ	3	-	27.93	70.13	734.36	-
พฤหัสบดี	4	-	28.49	69.88	734.14	-
ศุกร์	5	-	28.13	69.75	733.75	-
เสาร์	6	-	28.16	69.38	732.95	-
อาทิตย์	7	-	28.26	72.88	732.47	-
จันทร์	8	-	27.68	72.00	733.2	-
อังคาร	9	-	27.61	68.00	733.8	-
พุธ	10	-	27.7	75.00	732.77	-
พฤหัสบดี	11	12.00	27.16	79.50	731.31	-
ศุกร์	12	9.25	25.69	89.25	730.37	-
เสาร์	13	8.50	24.39	93.75	731.46	-
อาทิตย์	14	9.38	25.51	89.13	734.32	-
จันทร์	15	10.75	26.74	79.00	734.71	-
อังคาร	16	10.75	27.08	78.75	734.03	-
พุธ	17	9.25	25.49	89.50	733.4	-
พฤหัสบดี	18	8.38	24.84	92.88	734.35	-
ศุกร์	19	10.75	25.38	86.13	736.16	-
เสาร์	20	10.75	26.85	75.00	735.88	-
อาทิตย์	21	10.75	27.95	75.75	734.2	-
จันทร์	22	12.63	28.29	76.00	736.14	-
อังคาร	23	12.13	28.76	74.13	736.61	-
พุธ	24	10.75	28.39	76.88	735.9	-
พฤหัสบดี	25	11.38	28.85	75.25	735.26	-
ศุกร์	26	11.75	28.2	79.50	735.79	-
เสาร์	27	10.50	28.15	78.50	735.36	-
อาทิตย์	28	9.50	27.51	81.00	734.78	-
จันทร์	29	11.75	28.94	75.88	734.11	-
อังคาร	30	10.75	28.05	81.25	732.73	-
พุธ	31	9.50	28.01	82.50	732.12	4.88

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนกันยายน 2548

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
พฤหัสบดี	1	9.75	26.35	89.25	732.79	3.60
ศุกร์	2	11.50	27.49	79.75	734.68	0.93
เสาร์	3	9.13	25.76	91.63	735.32	33.75
อาทิตย์	4	9.38	25.98	80.63	734.23	0.00
จันทร์	5	8.50	27.26	81.75	734.57	0.00
อังคาร	6	8.25	27.21	83.38	735.42	0.00
พุธ	7	8.38	27.28	84.75	736.08	4.13
พฤหัสบดี	8	8.50	25.85	90.88	736.08	2.75
ศุกร์	9	8.38	26.1	84.50	736.58	1.15
เสาร์	10	8.50	25.81	88.38	735.92	5.66
อาทิตย์	11	9.38	25.74	88.75	735.23	2.00
จันทร์	12	9.38	25.83	87.13	735.74	0.00
อังคาร	13	-	26.55	-	735.24	-
พุธ	14	7.38	26.55	82.88	735.24	0.71
พฤหัสบดี	15	9.75	25.55	84.88	736.29	0.15
ศุกร์	16	11.25	26.18	84.63	736.77	0.43
เสาร์	17	11.13	27.14	81.50	735.7	0.00
อาทิตย์	18	11.75	28.15	79.88	735.43	0.00
จันทร์	19	9.38	26.19	90.50	733.91	8.46
อังคาร	20	9.38	25.36	92.00	736.65	0.85
พุธ	21	11.13	25.95	84.75	737.27	0.00
พฤหัสบดี	22	11.13	27.35	78.25	736.54	0.03
ศุกร์	23	11.25	27.64	77.63	736.48	4.29
เสาร์	24	10.88	26.99	85.75	735.92	5.74
อาทิตย์	25	10.25	27.74	82.13	734.31	0.00
จันทร์	26	11.13	28.25	80.88	734.86	0.00
อังคาร	27	10.75	28.64	80.63	734.21	0.00
พุธ	28	8.38	26.19	91.25	735.12	41.88
พฤหัสบดี	29	11.50	26.34	84.75	737.05	0.30
ศุกร์	30	10.38	26	85.00	738.84	0.95

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนตุลาคม 2548

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
เสาร์	1	11.38	27.26	77.88	738.6	0.16
อาทิตย์	2	12.38	27.7	79.88	737.57	0.00
จันทร์	3	9.63	26.88	79.50	736.39	0.06
อังคาร	4	6.75	25.99	85.13	737.19	0.04
พุธ	5	6.88	26.8	80.63	737.92	1.88
พฤหัสบดี	6	7.88	27.2	81.00	737.74	0.00
ศุกร์	7	8.75	26.91	82.00	737.57	0.00
เสาร์	8	9.13	27	81.88	737.91	0.10
อาทิตย์	9	6.38	26.73	79.38	738.73	0.00
จันทร์	10	6.25	27.01	77.25	738.69	0.00
อังคาร	11	7.50	27.36	75.00	738.68	0.00
พุธ	12	8.00	27.36	76.13	737.93	0.00
พฤหัสบดี	13	8.25	27.78	79.38	737.78	0.16
ศุกร์	14	7.25	26.81	82.38	738	0.00
เสาร์	15	8.00	27.6	79.00	738.54	0.00
อาทิตย์	16	8.38	28.28	76.38	738.97	0.05
จันทร์	17	7.00	27.74	75.00	739.6	0.00
อังคาร	18	5.63	26.81	77.50	739.87	0.00
พุธ	19	4.75	26.64	79.13	739.43	0.00
พฤหัสบดี	20	4.38	26.44	77.13	739.62	0.00
ศุกร์	21	3.88	26.9	77.88	739.67	0.00
เสาร์	22	3.88	26.3	77.25	739.78	0.00
อาทิตย์	23	4.38	26.48	76.63	739.81	0.01
จันทร์	24	4.38	26.9	76.00	740.11	0.00
อังคาร	25	3.63	26.64	76.88	739.13	0.00
พุธ	26	5.38	26.7	77.38	739.08	0.00
พฤหัสบดี	27	5.88	27.43	78.25	739.55	0.00
ศุกร์	28	4.25	27.35	78.50	739.45	0.00
เสาร์	29	5.13	27.39	79.75	737.64	0.58
อาทิตย์	30	-	25.28	-	737.41	-
จันทร์	31	-	23.9	-	738.64	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนพฤศจิกายน 2548

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
อังคาร	1	-	23.4	88.00	738.91	1.78
พุธ	2	-	24.95	80.25	738.2	0.00
พฤหัสบดี	3	-	26.29	80.63	737.69	0.00
ศุกร์	4	-	26.28	82.25	738.6	0.00
เสาร์	5	-	25.88	85.63	738.83	0.06
อาทิตย์	6	-	26.56	83.63	738.25	0.00
จันทร์	7	-	27.25	79.63	738.19	2.75
อังคาร	8	--	26.56	84.50	738.98	0.25
พุธ	9	-	24.95	89.25	738.76	1.80
พฤหัสบดี	10	-	26	82.50	737.5	0.00
ศุกร์	11	--	27.11	80.38	736.84	0.00
เสาร์	12	-	27.15	76.50	737.05	0.00
อาทิตย์	13	-	27.73	76.25	737.38	0.00
จันทร์	14	-	27.28	77.88	737.3	0.00
อังคาร	15	-	26.94	75.75	736.62	0.00
พุธ	16	-	26.55	78.75	737.36	0.00
พฤหัสบดี	17	-	26.75	79.13	738.71	0.00
ศุกร์	18	-	25.59	87.50	739.35	0.19
เสาร์	19	-	25.94	77.25	740.53	0.00
อาทิตย์	20	-	25.89	75.13	740.76	0.00
จันทร์	21	-	24.16	73.50	741.54	0.00
อังคาร	22	-	23.51	72.63	741.49	0.00
พุธ	23	-	22.21	77.50	741.27	0.00
พฤหัสบดี	24	--	22.03	65.38	740.71	0.00
ศุกร์	25	-	23.33	75.50	740.01	0.00
เสาร์	26	-	23.18	76.88	739.6	0.00
อาทิตย์	27	-	24.96	76.25	739.54	0.00
จันทร์	28	--	24.4	76.38	739.21	0.00
อังคาร	29	-	24.79	76.38	738.69	-
พุธ	30	-	23.54	-	737.58	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนธันวาคม 2548

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
พฤหัสบดี	1	5.13	24.88	76.50	736.71	0.00
ศุกร์	2	3.38	24.59	81.63	738.54	0.00
เสาร์	3	5.25	24.5	76.25	738.33	0.00
อาทิตย์	4	5.50	25.16	76.38	736.89	0.00
จันทร์	5	3.88	25.94	79.13	737.49	0.00
อังคาร	6	5.88	25.03	84.13	738.59	0.01
พุธ	7	5.88	23.53	85.50	739.41	0.14
พฤหัสบดี	8	4.75	23.23	80.00	739.57	0.00
ศุกร์	9	5.38	23.55	78.38	738.88	0.00
เสาร์	10	5.63	24.48	80.13	738.73	0.00
อาทิตย์	11	4.25	25.06	77.25	738.73	0.00
จันทร์	12	5.63	25.1	79.38	739.07	0.00
อังคาร	13	7.50	24.25	78.50	738.92	0.00
พุธ	14	5.63	23.33	71.75	739.87	0.00
พฤหัสบดี	15	6.13	22.06	69.63	741.87	0.00
ศุกร์	16	6.63	20.94	69.25	741.74	0.00
เสาร์	17	3.50	20.71	71.00	741.75	0.00
อาทิตย์	18	4.00	21.59	62.63	740.9	0.00
จันทร์	19	4.25	19.56	72.13	739.5	0.00
อังคาร	20	2.75	18.98	74.25	739.86	0.00
พุธ	21	3.00	18.91	78.00	741.72	0.00
พฤหัสบดี	22	3.63	20.21	62.25	743.19	0.00
ศุกร์	23	3.13	19.09	60.75	740.53	0.00
เสาร์	24	3.25	19.68	72.13	739.4	0.00
อาทิตย์	25	2.63	21.01	77.38	738.83	0.00
จันทร์	26	1.44	20.33	92.13	739.21	0.38
อังคาร	27	3.13	22.33	80.75	740.03	0.00
พุธ	28	5.00	21.2	73.38	739.98	0.00
พฤหัสบดี	29	6.75	20.55	73.50	740.05	0.00
ศุกร์	30	6.63	21.06	73.38	740.03	0.00
เสาร์	31	3.88	21.49	74.63	740.48	0.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนมกราคม 2549

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
อาทิตย์	1	4.13	21.29	75.88	740.64	0.00
จันทร์	2	6.25	21.25	74.25	739.73	0.00
อังคาร	3	7.25	20.81	74.00	738.53	0.00
พุธ	4	3.88	20.78	74.00	737.56	0.00
พฤหัสบดี	5	3.25	20.73	73.63	737.84	0.00
ศุกร์	6	4.13	21.04	76.13	738.81	0.00
เสาร์	7	5.25	23.3	76.75	739.06	0.00
อาทิตย์	8	4.13	24.46	70.50	739.13	0.00
จันทร์	9	4.50	24.76	68.50	739.55	0.00
อังคาร	10	4.63	22.53	74.63	739.08	0.00
พุธ	11	4.88	23.09	72.38	738.03	0.00
พฤหัสบดี	12	3.25	22.38	73.00	738.18	0.00
ศุกร์	13	4.50	22.36	71.25	737.39	0.00
เสาร์	14	4.75	21.56	67.88	737.34	0.00
อาทิตย์	15	3.75	20.44	67.63	737.71	0.00
จันทร์	16	4.25	20.29	66.13	736.97	0.00
อังคาร	17	5.50	20.45	65.13	736.86	0.00
พุธ	18	3.75	20.86	70.88	737.26	0.00
พฤหัสบดี	19	4.75	21.19	68.75	736.7	0.00
ศุกร์	20	5.38	22	67.63	736.52	0.00
เสาร์	21	5.13	21.76	66.13	736.72	0.00
อาทิตย์	22	4.50	21.35	66.88	736.17	0.00
จันทร์	23	4.50	22.31	69.88	737.26	0.00
อังคาร	24	3.38	24.23	69.50	739.05	0.00
พุธ	25	4.13	24.43	67.38	740.35	0.00
พฤหัสบดี	26	4.00	24.03	67.38	741.31	0.00
ศุกร์	27	3.25	22.5	66.63	739.41	0.00
เสาร์	28	3.75	22.16	66.88	738.96	0.00
อาทิตย์	29	4.50	22.09	66.00	738.83	0.00
จันทร์	30	2.88	22.68	67.38	739.95	0.00
อังคาร	31	3.38	22.66	65.50	740.93	0.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนกุมภาพันธ์ 2549

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
พุธ	1	4.13	23.23	66.00	741.13	0.00
พฤหัสบดี	2	3.38	24.38	62.88	740.67	0.00
ศุกร์	3	4.13	23.88	62.38	740.74	0.00
เสาร์	4	4.25	24.79	60.88	740.56	0.00
อาทิตย์	5	3.88	25.58	62.25	739.91	0.00
จันทร์	6	4.00	24.38	67.13	739.55	0.00
อังคาร	7	3.13	23.58	68.13	739.99	0.00
พุธ	8	-	23.05	-	739.24	-
พฤหัสบดี	9	3.88	23.05	70.63	739.24	0.00
ศุกร์	10	4.00	23.78	66.25	741.07	0.00
เสาร์	11	3.63	24.89	62.75	739.15	0.00
อาทิตย์	12	5.13	24.61	58.00	739.26	0.00
จันทร์	13	3.50	25.01	61.38	739.14	0.00
อังคาร	14	3.88	25.09	58.25	737.96	0.00
พุธ	15	4.50	24.3	56.25	736.96	0.00
พฤหัสบดี	16	4.75	24.41	54.50	737.78	0.00
ศุกร์	17	4.38	24.4	55.63	738.18	0.00
เสาร์	18	0.00	26.11	53.25	737.7	4.25
อาทิตย์	19	5.38	26.95	55.00	737.87	0.00
จันทร์	20	5.63	27.14	56.63	738.39	0.00
อังคาร	21	4.38	27.3	60.25	737.46	0.00
พุธ	22	3.63	27.6	57.75	737.33	0.00
พฤหัสบดี	23	4.25	27.58	59.25	737.31	0.00
ศุกร์	24	5.50	29.21	56.75	737.2	0.00
เสาร์	25	4.00	28.71	53.88	736.4	0.00
อาทิตย์	26	4.00	27.16	47.63	735.75	0.00
จันทร์	27	4.75	24.33	52.00	735.97	0.00
อังคาร	28	-	27.03	-	736.83	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนมีนาคม 2549

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
พุธ	1	2.81	27.43	57.50	736.96	0.00
พฤหัสบดี	2	3.13	27.83	60.50	737.93	0.00
ศุกร์	3	4.13	28.53	58.00	738.41	0.00
เสาร์	4	4.88	28.45	51.00	738.13	0.00
อาทิตย์	5	4.63	24.74	52.88	738.14	0.00
จันทร์	6	4.25	28.44	56.00	738.08	0.00
อังคาร	7	4.63	28.71	56.13	737.95	0.00
พุธ	8	4.88	29.05	52.63	738.68	0.00
พฤหัสบดี	9	3.13	28.45	52.88	738.74	0.00
ศุกร์	10	3.63	27.61	54.50	737.32	0.00
เสาร์	11	3.63	28.39	53.88	735.84	0.00
อาทิตย์	12	3.88	29.28	49.88	734.78	0.00
จันทร์	13	4.00	29.43	48.63	735.56	0.00
อังคาร	14	4.13	28.55	56.00	737.29	0.00
พุธ	15	4.75	29.51	59.13	738.86	0.00
พฤหัสบดี	16	5.13	29.94	54.38	736.73	0.00
ศุกร์	17	3.50	28.68	46.88	735.23	0.00
เสาร์	18	3.75	28.18	44.13	735.35	0.00
อาทิตย์	19	3.25	27.9	49.75	735.23	0.00
จันทร์	20	2.63	28.93	53.88	735.12	0.00
อังคาร	21	4.13	30.06	52.75	734.87	0.00
พุธ	22	4.50	30.65	47.38	734.06	0.00
พฤหัสบดี	23	3.75	28.25	47.25	734.02	0.00
ศุกร์	24	3.25	28.05	45.75	727.45	0.00
เสาร์	25	4.00	29.13	42.38	734.78	0.00
อาทิตย์	26	4.00	30.25	41.50	735.38	0.00
จันทร์	27	4.13	30.71	43.63	735.44	0.00
อังคาร	28	3.13	29.8	48.25	735.86	0.00
พุธ	29	3.25	28.66	63.38	736.92	0.40
พฤหัสบดี	30	3.75	26.91	75.75	738.29	0.00
ศุกร์	31	4.00	24.41	69.88	737.68	3.50

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนเมษายน 2549

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
เสาร์	1	3.50	26.11	69.25	736.34	0.00
อาทิตย์	2	3.88	27.94	56.75	736.55	0.00
จันทร์	3	4.25	29.7	50.50	736.08	0.00
อังคาร	4	4.25	30.71	46.88	735.99	0.00
พุธ	5	5.25	31.26	47.13	736.25	0.00
พฤหัสบดี	6	6.75	31.39	46.13	736.31	0.00
ศุกร์	7	4.13	31.23	46.75	735.6	0.00
เสาร์	8	3.25	29.36	66.75	735.74	4.48
อาทิตย์	9	3.88	28.35	69.38	735.5	0.00
จันทร์	10	4.00	30.45	58.50	735.73	0.00
อังคาร	11	4.75	31.66	52.63	734.74	0.00
พุธ	12	5.00	32.59	55.00	734.18	0.00
พฤหัสบดี	13	3.00	32.59	53.75	734.59	0.00
ศุกร์	14	4.75	32.13	52.25	736.16	0.00
เสาร์	15	4.75	31.23	59.00	737.33	0.48
อาทิตย์	16	4.63	26.94	77.25	737.6	2.43
จันทร์	17	7.50	26.34	78.00	736.89	2.35
อังคาร	18	7.88	27.45	76.00	736.84	0.00
พุธ	19	8.25	27.7	71.13	738.1	4.34
พฤหัสบดี	20	9.63	27.5	79.75	738.01	2.16
ศุกร์	21	7.00	28.84	71.25	736.19	0.00
เสาร์	22	8.25	28.73	71.38	735.45	0.00
อาทิตย์	23	9.63	29.6	67.75	735.03	0.11
จันทร์	24	6.13	30	65.13	735.41	0.00
อังคาร	25	7.13	29.28	73.88	735.72	0.61
พุธ	26	8.75	27.76	80.38	735.92	1.01
พฤหัสบดี	27	9.75	27.63	78.25	736.08	1.26
ศุกร์	28	7.00	26.26	85.25	735.81	2.69
เสาร์	29	4.50	24.29	88.63	734.93	4.09
อาทิตย์	30	10.25	26.03	76.63	734.37	0.15

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนพฤษภาคม 2549

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
จันทร์	1	10.00	28.21	69.00	735.96	0.25
อังคาร	2	11.25	29.81	67.75	736.28	0.00
พุธ	3	8.38	30.35	69.13	736.53	0.00
พฤหัสบดี	4	7.75	30.7	64.25	736.45	0.00
ศุกร์	5	10.38	31.35	63.63	737.04	0.00
เสาร์	6	11.25	31.4	61.88	736.37	0.00
อาทิตย์	7	10.50	30.69	63.25	735.83	0.00
จันทร์	8	8.75	29.44	72.75	736.4	2.03
อังคาร	9	5.63	27.76	78.63	736.54	0.00
พุธ	10	8.00	28.26	74.00	735.56	0.00
พฤหัสบดี	11	10.75	26.85	60.63	737.39	1.39
ศุกร์	12	10.75	28.23	73.38	738.05	0.00
เสาร์	13	12.13	29.33	67.88	737.14	0.00
อาทิตย์	14	11.38	28.63	79.63	737.26	6.23
จันทร์	15	6.13	22.85	83.88	737.6	0.26
อังคาร	16	3.63	20.61	83.25	737.53	1.88
พุธ	17	5.38	22.54	84.50	737.14	0.16
พฤหัสบดี	18	3.44	20.75	88.75	735.63	0.04
ศุกร์	19	6.50	24.48	87.38	734.67	0.61
เสาร์	20	5.13	24.18	82.75	734.03	0.00
อาทิตย์	21	4.88	22.58	84.13	733.48	0.63
จันทร์	22	0.00	24.93	86.88	732.91	0.38
อังคาร	23	9.13	25.99	84.13	733.28	2.21
พุธ	24	5.25	25.86	86.25	733.68	3.26
พฤหัสบดี	25	6.38	26.6	81.50	735.08	1.44
ศุกร์	26	8.88	28.19	75.13	737.27	0.00
เสาร์	27	10.25	27.96	81.25	737.04	0.48
อาทิตย์	28	8.13	28.51	75.63	735.97	0.00
จันทร์	29	8.50	28.5	72.00	734.63	0.00
อังคาร	30	10.88	28	77.38	734.75	0.35
พุธ	31	9.88	26.99	82.00	735.97	0.05

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนมิถุนายน 2549

วัน	วันที่	ทัศนวิสัย	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความกดอากาศ (mmHg)	ฝน (mm)
พฤหัสบดี	1	12.13	27.84	77.13	735.61	0.04
ศุกร์	2	11.25	28.51	75.00	734.72	0.78
เสาร์	3	8.50	27.28	84.00	734.43	0.26
อาทิตย์	4	11.88	27.76	71.13	734.64	0.01
จันทร์	5	11.50	28.21	68.00	735.34	0.00
อังคาร	6	12.50	28	71.75	735.46	0.00
พุธ	7	13.00	28.74	67.50	735.29	0.00
พฤหัสบดี	8	12.75	28.79	70.38	734.82	0.00
ศุกร์	9	10.50	28.79	67.25	734.35	0.00
เสาร์	10	12.75	29.23	63.63	735.09	0.00
อาทิตย์	11	10.00	28.61	70.00	735.21	0.00
จันทร์	12	11.38	65.8	70.13	734.3	0.00
อังคาร	13	10.25	29.93	68.88	736.13	0.00
พุธ	14	12.13	30.49	69.50	734.4	0.00
พฤหัสบดี	15	12.50	30.5	70.63	734.59	0.00
ศุกร์	16	11.38	30.04	75.50	734.48	4.69
เสาร์	17	10.75	28.34	81.88	727.5	0.00
อาทิตย์	18	11.00	28.29	80.75	733.47	0.76
จันทร์	19	9.00	27.1	87.13	734.15	2.75
อังคาร	20	8.13	26.96	85.13	735.12	2.38
พุธ	21	9.25	27.83	88.00	735.78	2.45
พฤหัสบดี	22	12.38	27.63	81.63	735.04	1.53
ศุกร์	23	10.75	27.86	80.25	735.21	0.00
เสาร์	24	11.38	27.81	78.50	735.6	0.00
อาทิตย์	25	12.13	28	79.75	735.23	0.43
จันทร์	26	9.75	26.98	81.13	735.23	0.40
อังคาร	27	12.75	27.85	80.25	734.67	1.00
พุธ	28	10.88	27.71	80.00	734.34	0.00
พฤหัสบดี	29	13.00	27.91	71.88	733.86	0.00
ศุกร์	30	13.00	28.09	68.38	733.86	0.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ญ

ปริมาณฝุ่น PM10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระดับความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่น PM 10 บริเวณจุดเก็บตัวอย่างโรงเรียนยุพราช อ.เมือง จ.เชียงใหม่

แบบบันทึกผลการทดสอบ หาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler

รหัส filter	จุดตรวจวัด	Calculation: Filter Pressure (in H_2O) Initial	Filter Pressure (in H_2O) Final	Pf (1.87 x in H_2O) (mm.Hg)	Pressure (mm.Hg)	Temp. (°C) (Tav 1)	Temp. 2 (°C) (Tav 2)	Temp. Ave (°C) (Tav)	(Pav-Pf)/Pav (mm.Hg)	Qa (m^3/min)	$Q_{std.}$* (m^3/min)	Time (min) (t)	ปริมาตรอากาศ (m^3) $V_{std.}=Q_{std} X\ t$	$Q_{std.}$* = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }	PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / V_{std} Weight of Filter (g) Final (A)	Weight of Filter (g) Initial (B)	ปริมาณฝุ่น** (mg/m^3) TSP	ปริมาณฝุ่น** (mg/m^3) PM_{10}	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร			หมายเหตุ
yp/17/06/05	ยุพราช	22.6	24.1	43.66	751.8		27.8	27.8	0.942	1.130	1.127	1440	1622.22		4.4953	4.4197	-	0.0466	46.605			
yp/20/06/05		23.1	24.1	44.04	754.0		27.6	27.6	0.942	1.132	1.130	1440	1627.73		4.4996	4.4393	-	0.0370	37.006			
yp/23/06/05		23.4	24.8	45.07	753.6		27.8	27.8	0.940	1.125	1.123	1440	1616.63		4.5025	4.4414	-	0.0378	37.804			
yp/26/06/05		23.2	24.5	44.60	753.8		27.6	27.6	0.941	1.129	1.127	1440	1622.76		4.4836	4.4188	-	0.0399	39.906			
yp/29/06/05		23.8	24.4	45.07	753.2		29.6	29.6	0.940	1.121	1.119	1440	1610.84		4.4950	4.4288	-	0.0411	41.084			
yp/02/07/05		23.0	24.1	44.04	754.3		28.0	28.0	0.942	1.132	1.130	1440	1627.12		4.4667	4.4172	-	0.0305	30.464			
yp/05/07/05		23.3	23.8	44.04	753.4		29.3	29.3	0.942	1.128	1.126	1440	1622.07		4.4865	4.4291	-	0.0354	35.387			
yp/08/07/05		23.4	24.0	44.32	753.2		28.6	28.6	0.941	1.126	1.124	1440	1619.08		4.4803	4.4328		0.0293	29.319			
yp/11/07/05		23.3	25.3	45.44	755.3		29.9	29.9	0.940	1.123	1.121	1440	1614.49		4.5544	4.4791		0.0467	46.651			
yp/14/07/05		24.3	24.8	45.91	758.0		25.9	25.9	0.939	1.131	1.129	1440	1626.09		4.4204	4.3779		0.0262	26.174			
yp/17/07/05		23.8	24.2	44.88	753.9		28.7	28.7	0.940	1.123	1.121	1440	1614.36		4.4668	4.4023		0.0399	39.935			
yp/20/07/05		23.9	24.1	44.88	753.2		26.9	26.9	0.940	1.123	1.121	1440	1614.12		4.4701	4.4248		0.0281	28.059			
yp/23/07/05		23.8	24.5	45.16	752.0		26.5	26.5	0.940	1.123	1.121	1440	1614.55		4.4634	4.4220		0.0257	25.653			
yp/26/07/05		23.5	24.5	44.88	753.6		25.24	25.2	0.940	1.129	1.127	1440	1622.67		4.4808	4.4151		0.0405	40.511			
yp/29/07/05		24.1	25.1	46.00	751.9		27.7	27.7	0.939	1.118	1.116	1440	1607.28		4.4564	4.3968		0.0371	37.104			
yp/01/08/05		24	25.2	46.00	752.9		24.7	24.7	0.939	1.126	1.124	1440	1618.27		4.5049	4.4437		0.0378	37.767			
yp/04/08/05		24.2	24.7	45.72	753.2		26.6	26.6	0.939	1.123	1.121	1440	1614.49		4.5308	4.4667		0.0397	39.717			
yp/07/08/05		24.5	25.6	46.84	752.3		26.4	26.4	0.938	1.118	1.116	1440	607.29		4.5449	4.4766		0.0425	42.483			

			Calculation				$Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }							PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^5 } / V_s					หมายเหตุ
รหัส filter	จุดตรวจวัด	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	Temp. Ave	(Pav-Pf)/Pav	Qa	$Q_{std.}$	Time	ปริมาตรอากาศ	Weight of Filter		ปริมาณฝุ่น **			
		(in H_2O)		(1.87 x in H_2O)	(mm.Hg)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm.Hg)	(m^3/min)	(m^3/min)	(min)	(m^3)	(g)		(mg/m^3)		ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร		
		Initial	Final	(mm.Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.}=Q_{std}$ X t	Final (A)	Initial (B)	TSP	PM_{10}			
yp/10/08/05		24.3	26.2	47.22	757.6		27.1	27.1	0.938	1.145	1.123	1440	616.43	4.5357	4.4743		0.0380	37.959		
yp/13/08/05		23.8	25.2	45.82	752.9		24.61	24.6	0.939	1.133	1.124	1440	1618.74	4.4941	4.4453		0.0302	30.175		
yp/16/08/05		24.6	25.5	46.84	753.1		25.77	25.8	0.938	1.136	1.118	1440	1610.54	4.5937	4.5133		0.0499	49.916		
yp/19/08/05		24.1	26.7	47.50	756.0		25.7	25.7	0.937	1.127	1.119	1440	611.05	4.6099	4.5188		0.0565	56.543		
yp/22/08/05		25	26.5	48.15	755.8		26.2	26.2	0.936	1.125	1.114	1440	604.42	4.6155	4.4975		0.0736	73.593		
yp/25/08/05		25	25.7	47.40	754.8		27.7	27.7	0.937	1.131	1.114	1440	603.69	4.5486	4.4976		0.0317	31.748		
yp/28/08/05		24.9	26.5	48.06	754.1		25.7	25.7	0.936	1.126	1.113	1440	602.52	4.6078	4.5216		0.0537	53.738		
yp/31/08/05		25.0	25.5	47.22	751.6		26.1	26.1	0.937	1.128	1.111	1440	1600.56	4.5097	4.4940		0.0098	9.8066		
yp/03/09/05		24.0	25.1	45.91	754.8		23.3	23.3	0.939	1.131	1.129	1440	1626.28	4.5156	4.4589		0.0349	34.893		
yp/06/09/05		25.0	25.5	47.22	755.5		26.6	26.6	0.938	1.136	1.121	1440	613.59	4.5898	4.5037		0.0534	53.381		
yp/09/09/05		24.4	25.1	46.28	756.1		26.0	26.0	0.939	1.136	1.126	1440	1621.35	4.5573	4.5066		0.0312	31.239		
yp/12/09/05		22.2	23.7	42.92	756.0		25.5	25.5	0.943	1.149	1.141	1440	643.22	4.4053	4.3651		0.0245	24.47		
yp/15/09/05		22.5	24.5	43.95	756.6		24.9	24.9	0.942	1.144	1.139	1440	640.01	4.4303	4.3605		0.0426	42.586		
yp/18/09/05		22.8	23.7	43.48	753.0		26.5	26.5	0.942	1.139	1.131	1440	628.24	4.4087	4.3594		0.0303	30.265		
yp/21/09/05		22.7	23.9	43.57	756.8		25.7	25.7	0.942	1.145	1.138	1440	638.69	4.3977	4.3305		0.0410	41.04		
yp/24/09/05		23.1	24	44.04	754.6		26.8	26.8	0.942	1.148	1.133	1440	630.83	4.4666	4.4196		0.0289	28.872		
yp/27/09/05		22.7	23.7	43.38	753.6		27.1	27.1	0.942	1.145	1.131	1440	628.08	4.5222	4.4487		0.0452	45.164		
yp/30/09/05		23.0	23.8	43.76	758.9		25.2	25.2	0.942	1.151	1.142	1440	644.33	4.4688	4.4151		0.0326	32.631		
yp/03/10/05		22.7	24	43.66	756.2		25.0	25.0	0.942	1.144	1.138	1440	639.16	4.5062	4.4381		0.0416	41.551		
yp/06/10/05		23	23.9	43.85	757.4		26.5	26.5	0.942	1.148	1.139	1440	639.46	4.5252	4.4242		0.0616	61.586		
yp/09/10/05		23.2	24	44.13	758.6		24.5	24.5	0.942	1.152	1.143	1440	646.11	4.5000	4.4332		0.0405	40.545		
yp/12/10/05		23.3	23.9	44.13	757.2		26.9	26.9	0.942	1.144	1.136	1440	1636.19	4.5255	4.4428		0.0505	50.512		

			Calculation				$Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }							PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / V_{std}						หมายเหตุ
รหัส filter	จุดตรวจวัด	Filter Pressure (in H_2O)		Pf (1.87 x in H_2O)	Pressure (mm.Hg)	Temp. 1 (°C)	Temp. 2 (°C)	Temp. Ave (°C)	(Pav-Pf)/Pav (mm.Hg)	Qa (m^3/min)	$Q_{std.}$ (m^3/min)	Time (min)	ปริมาตรอากาศ (m^3)	Weight of Filter (g)		ปริมาณฝุ่น ** (mg/m^3)				
		Initial	Final	(mm.Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.}$ = Q_{std} X t	Final (A)	Initial (B)	TSP	PM_{10}	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร		
yp/15/10/05		23.5	24	44.41	758.1		27.0	27.0	0.941	[illegible]	1.134	1440	1633.57	4.4879	4.4199		0.0416	41.607		
yp/18/10/05		23.2	24.3	44.41	759.4		26.5	26.5	0.942	[illegible]	1.140	1440	1642.06	4.5644	4.4710		0.0568	56.846		
yp/21/10/05		23.2	23.9	44.04	759.6		26.0	26.0	0.942	[illegible]	1.138	1440	1638.53	4.4184	4.3323		0.0525	52.518		
yp/24/10/05		23.1	23.7	43.76	759.5		25.7	25.7	0.942	[illegible]	1.142	1440	1644.60	4.4565	4.3490		0.0654	65.372		
yp/27/10/05		23.2	24.3	44.41	759.5		25.9	25.9	0.942	[illegible]	1.142	1440	1644.00	4.4423	4.3480		0.0574	57.356		
yp/30/10/05		22.8	23.4	43.20	758.0		23.4	23.4	0.943	[illegible]	1.148	1440	1653.25	4.3931	4.3539		0.0237	23.694		
yp/02/11/05		23	23.5	43.48	757.3		25.4	25.4	0.943	[illegible]	1.143	1440	1646.06	4.4303	4.3664		0.0389	38.85		
yp/05/11/05		22.7	23.6	43.29	758.4		25.3	25.3	0.943	[illegible]	1.145	1440	1649.00	4.4150	4.3242		0.0551	55.056		
yp/08/11/05		22.7	23.3	43.01	758.9		26.0	26.0	0.943	[illegible]	1.145	1440	1648.10	4.4299	4.3607		0.0420	41.972		
yp/11/11/05		22.5	23.5	43.01	756.5		26.5	26.5	0.943	[illegible]	1.140	1440	1641.76	4.3496	4.2931		0.0344	34.418		
yp/14/11/05		22.7	24.3	43.95	756.6		25.9	25.9	0.942	[illegible]	1.137	1440	1637.54	4.4084	4.3382		0.0429	42.881		
yp/17/11/05		22.8	24.9	44.60	758.3		26.4	26.4	0.941	[illegible]	1.136	1440	1635.70	4.5436	4.4519		0.0560	56.041		
yp/20/11/05		22.7	23	42.73	761.0		24.7	24.7	0.944	[illegible]	1.153	1440	1660.37	4.5497	4.4707		0.0476	47.616		
yp/23/11/05		22.3	23.1	42.45	761.3		20.9	20.9	0.944	[illegible]	1.162	1440	1672.83	4.5551	4.4630		0.0551	55.082		
yp/26/11/05		22.4	23.5	42.92	759.7		23.8	23.8	0.944	[illegible]	1.153	1440	1660.61	4.5518	4.4585		0.0562	56.167		
yp/29/11/05		22.2	23.2	42.45	757.6		23.9	23.9	0.944	[illegible]	1.150	1440	1655.61	4.5648	4.4766		0.0532	53.248		
yp/02/12/05		22.9	23.7	43.57	758.8		23.2	23.2	0.943	[illegible]	1.150	1440	1655.55	4.5827	4.4879		0.0573	57.27		
yp/05/12/05		22.8	23.2	43.01	757.8		25.1	25.1	0.943	[illegible]	1.145	1440	1648.28	4.5114	4.4486		0.0381	38.11		
yp/08/12/05		22.3	24	43.29	759.5		21.9	21.9	0.943	[illegible]	1.153	1440	1660.33	4.4526	4.3514		0.0609	60.917		
yp/11/12/05		23.4	24	44.32	758.8		25.0	25.0	0.942	[illegible]	1.142	1440	1644.72	4.5367	4.4547		0.0499	49.873		
yp/14/12/05		23.1	23.9	43.95	761.0		22.9	22.9	0.942	[illegible]	1.150	1440	1656.37	4.4864	4.4335		0.0319	31.902		
yp/17/12/05		23.4	24.2	44.51	762.2		22.2	22.2	0.942	[illegible]	1.154	1440	1661.46	4.5274	4.4521		0.0454	45.355		

			Calculation				* $Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }						* PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / V_s						หมายเหตุ
รหัส filter	จุดตรวจวัด	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	Temp. Ave	(Pav-Pf)/Pav	Qa	$Q_{std.}$ *	Time	ปริมาตรอากาศ	Weight of Filter		ปริมาณฝุ่น **			
		(in H_2O)		(1.87 x in H_2O)	(mm.Hg)	(^oC)	(^oC)	(^oC)	(mm.Hg)	(m^3/min)	(m^3/min)	(min)	(m^3)	(g)		(mg/m^3)		ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร	
		Initial	Final	(mm.Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.}$ =Q_{std} X t	Final (A)	Initial (B)	TSP	PM_{10}		
yp/20/12/05		22.7	23.2	42.92	761.2		19.1	19.1	0.944	[illegible]	1.165	1440	1677.92	4.4833	4.3417		0.0844	84.364	
yp/23/12/05		22.6	23.3	42.92	760.9		18.8	18.8	0.944	[illegible]	1.165	1440	1678.02	4.4933	4.3146		0.1065	106.54	
yp/26/12/05		22.5	23.8	43.29	760.4		20.6	20.6	0.943	[illegible]	1.157	1440	1666.05	4.5304	4.3492		0.1087	108.74	
yp/29/12/05		22.8	23.9	43.66	760.8		20.5	20.5	0.943	[illegible]	1.158	1440	1667.29	4.4440	4.3517		0.0554	55.387	
yp/01/01/06		22.3	23	42.36	760.7		21.0	21.0	0.944	[illegible]	1.161	1440	1671.46	4.3710	4.3152		0.0334	33.407	
yp/04/01/06		23	23.5	43.48	758.1		20.3	20.3	0.943	[illegible]	1.154	1440	1661.47	4.4304	4.3507		0.0480	47.963	
yp/07/01/06		23.2	24.2	44.32	759.3		23.9	23.9	0.942	[illegible]	1.145	1440	1649.46	4.4676	4.3525		0.0698	69.779	
yp/10/01/06		23.1	24	44.04	758.6		21.7	21.7	0.942	[illegible]	1.149	1440	1654.45	4.4452	4.3188		0.0764	76.433	
yp/13/01/06		23.1	23.9	43.95	757.8		20.9	20.9	0.942	[illegible]	1.149	1440	1654.76	4.5070	4.3811		0.0761	76.107	
yp/16/01/06		22.8	24.2	43.95	757.4		19.2	19.2	0.942	[illegible]	1.152	1440	1658.88	4.4958	4.3683		0.0768	76.841	
yp/19/01/06		22.6	23.9	43.48	757.0		20.7	20.7	0.943	[illegible]	1.151	1440	1658.06	4.4332	4.3208		0.0678	67.808	
yp/22/01/06		23	23.9	43.85	757.2		21.2	21.2	0.942	[illegible]	1.148	1440	1653.05	4.5428	4.4598		0.0502	50.209	
yp/25/01/06		22.9	23.9	43.76	761.3		23.1	23.1	0.943	[illegible]	1.153	1440	1661.00	4.5863	4.4287		0.0949	94.926	
yp/28/01/06		23	24	43.95	758.9		21.0	21.0	0.942	[illegible]	1.151	1440	1657.37	4.5804	4.4685		0.0675	67.527	
yp/31/01/06		22.7	24.1	43.76	761.5		22.5	22.5	0.943	[illegible]	1.155	1440	1663.04	4.5746	4.4344		0.0843	84.253	
yp/03/02/06		23.1	24.2	44.23	761.1		24.0	24.0	0.942	[illegible]	1.148	1440	1652.96	4.5728	4.4669		0.0641	64.061	
yp/06/02/06		22.9	32.9	52.17	759.9		23.1	23.1	0.931	[illegible]	1.106	1440	1592.87	4.5761	4.4502		0.0791	79.061	
yp/09/02/06		22.9	24.1	43.95	762.2		22.9	22.9	0.942	[illegible]	1.152	1440	1658.76	4.5515	4.4275		0.0748	74.805	
yp/12/02/06		23.1	20.2	40.49	759.8		24.6	24.6	0.947	[illegible]	1.163	1440	1674.05	4.5317	4.4403		0.0546	54.581	
yp/15/02/06		23	24.2	44.13	757.2		23.0	23.0	0.942	[illegible]	1.145	1440	1648.12	4.5294	4.4139		0.0701	70.08	
yp/18/02/06		22.9	24.5	44.32	757.6		26.0	26.0	0.942	[illegible]	1.139	1440	1639.51	4.4892	4.4018		0.0533	53.289	
yp/21/02/06		22.7	24	43.66	757.0		26.1	26.1	0.942	[illegible]	1.138	1440	1638.22	4.4897	4.3908		0.0604	60.384	

			Calculation				$Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }						PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$					หมายเหตุ
รหัส filter	จุดตรวจวัด	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	Temp. Ave	(Pav-Pf)/Pav	Qa	$Q_{std.}$	Time	ปริมาตรอากาศ	Weight of Filter		ปริมาณฝุ่น **			
		(in H_2O)		(1.87 x in H_2O)	(mm.Hg)	(^oC)	(^oC)	(^oC)	(mm.Hg)	(m^3/min)	(m^3/min)	(min)	(m^3)	(g)		(mg/m^3)		ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร		
		Initial	Final	(mm.Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.}$ =Q_{std} X t	Final (A)	Initial (B)	TSP	PM_{10}			
yp/24/02/06		25.1	26.1	47.87	756.3		27.8	27.8	0.937	1.102	1.116	1440	1606.55	4.5708	4.4690		0.0633	63.344		
yp/27/02/06		24.9	27.2	48.71	755.7		25.7	25.7	0.936	1.124	1.115	1440	1605.85	4.6714	4.5187		0.0951	95.061		
yp/02/03/06		24.9	26.3	47.87	757.8		27.5	27.5	0.937	1.121	1.118	1440	1610.39	4.6725	4.5247		0.0918	91.773		
yp/05/03/06		24.3	26.8	47.78	757.9		27.3	27.3	0.937	1.124	1.119	1440	1611.34	4.5841	4.4616		0.0760	76.016		
yp/08/03/06		24.9	28	49.46	758.1		28.3	28.3	0.935	1.123	1.110	1440	1597.78	4.6818	4.5045		0.1109	110.93		
yp/11/03/06		24.1	26.2	47.03	754.9		28.4	28.4	0.938	1.126	1.116	1440	1607.02	4.7006	4.4973		0.1265	126.55		
yp/14/03/06		25	26.3	47.97	757.9		28.8	28.8	0.937	1.124	1.116	1440	1607.35	4.6028	4.4822		0.0750	74.991		
yp/17/03/06		25.1	30.2	51.71	754.8		28.1	28.1	0.931	1.069	1.090	1440	1569.86	4.6956	4.5031		0.1226	122.61		PF สูงมาก
yp/20/03/06		25	39.5	60.31	754.8		29.5	29.5	0.920	1.062	1.039	1440	1496.41	4.6303	4.4408		0.1267	126.65		PF สูงมาก
yp/23/03/06		25.4	38.1	59.37	753.6		26.5	26.5	0.921	1.068	1.047	1440	1507.88	4.7052	4.4805		0.1490	149.01		PF สูงมาก
yp/26/03/06		23.8	36.2	56.10	754.9		29.9	29.9	0.926	1.091	1.066	1440	1534.75	4.6413	4.4303		0.1374	137.44		PF สูงมาก
yp/29/03/06		23.5	24.2	44.60	757.5		26.1	26.1	0.941	1.145	1.135	1440	1634.89	4.5359	4.4102		0.0769	76.892		
yp/01/04/06		23.2	24.5	44.60	756.4		25.7	25.7	0.941	1.142	1.134	1440	1633.25	4.5590	4.4203		0.0849	84.906		
yp/04/04/06		23.4	25.5	45.72	755.4		29.0	29.0	0.939	1.140	1.121	1440	1613.62	4.5602	4.4371		0.0763	76.273		
yp/07/04/06		24	25	45.82	755.1		30.8	30.8	0.939	1.126	1.113	1440	1603.23	4.5848	4.4544		0.0813	81.323		
yp/10/04/06		23.2	26.6	46.56	754.3		30.5	30.5	0.938	1.142	1.113	1440	1602.93	4.6160	4.4276		0.1175	117.51		
yp/13/04/06		23.6	26.25	46.61	754.7		31.8	31.8	0.938	1.142	1.109	1440	1597.32	4.5832	4.4286		0.0968	96.796		
yp/16/04/06		23.1	24	44.04	757.2		26.4	26.4	0.942	1.150	1.133	1440	1631.33	4.4721	4.4327		0.0241	24.137		
yp/19/04/06		23.5	24	44.41	758.1		28.2	28.2	0.941	1.142	1.127	1440	1623.41	4.5000	4.4503		0.0306	30.601		
yp/22/04/06		23.6	24	44.51	754.8		27.7	27.7	0.941	1.142	1.125	1440	1619.42	4.4957	4.4423		0.0330	32.972		
yp/25/04/06		23.5	ND	#VALUE!	755.5		27.0	27.0	#VALUE!		0.000	1440	0.00	4.4781	4.4395		#DIV/0!	#DIV/0!		เครื่องรั่ว
yp/28/04/06		ND	ND	#VALUE!	755.1		26.1	26.1	#VALUE!		0.000	1440	0.00	4.4808	4.4564		#DIV/0!	#DIV/0!		เครื่องรั่ว

			Calculation				* $Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }							* PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / V_s						หมายเหตุ
รหัส filter	จุดตรวจวัด	Filter Pressure (in H_2O)		Pf (1.87 x in H_2O)	Pressure (mm.Hg)	Temp. 1 (^oC)	Temp. 2 (^oC)	Temp. Ave (^oC)	(Pav-Pf)/Pav (mm.Hg)	Qa (m^3/min)	$Q_{std.}$ * (m^3/min)	Time (min)	ปริมาตรอากาศ (m^3)	Weight of Filter (g)		ปริมาณฝุ่น ** (mg/m^3)				
		Initial	Final	(mm.Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.} = Q_{std} X\ t$	Final (A)	Initial (B)	TSP	PM_{10}	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร		
yp/01/05/06		24.5	25.25	46.52	755.6		28.3	28.3	0.938	[illegible]	1.117	1440	1609.03	4.5067	4.4517		0.0342	34.18		
yp/04/05/06		24.5	25.6	46.84	756.1		30.3	30.3	0.938	[illegible]	1.114	1440	1604.35	4.4915	4.4221		0.0433	43.264		
yp/07/05/06		25.5	26.25	48.39	755.4		30.1	30.1	0.936	[illegible]	1.107	1440	1593.38	4.6109	4.5550		0.0351	35.082		
yp/10/05/06		25	25.3	47.03	755.7		27.4	27.4	0.938	[illegible]	1.119	1440	1611.96	4.5292	4.4946		0.0215	21.471		
yp/13/05/06		25	25.6	47.31	756.5		30.0	30.0	0.937	[illegible]	1.112	1440	1601.33	4.5044	4.4513		0.0332	33.197		
yp/16/05/06		24	25	45.82	758.0		21.3	21.3	0.940	[illegible]	1.141	1440	1643.67	4.5272	4.4779		0.0300	29.973		
yp/19/05/06		24.6	25.7	47.03	754.3		24.7	24.7	0.938	[illegible]	1.122	1440	1615.65	4.5415	4.4635		0.0482	48.242		
yp/22/05/06		24.6	26.2	47.50	752.9		25.4	25.4	0.937	[illegible]	1.115	1440	1605.05	4.5363	4.4908		0.0284	28.368		
yp/25/05/06		24.5	26	47.22	755.6		27.1	27.1	0.938	[illegible]	1.120	1440	1612.50	4.5833	4.5238		0.0369	36.858		
yp/28/05/06		23.4	25.4	45.63	754.4		28.4	28.4	0.940	[illegible]	1.123	1440	1616.70	4.3962	4.3450		0.0317	31.671		
yp/31/05/06		22	25.8	44.69	755.7		26.2	26.2	0.941	[illegible]	1.132	1440	1630.71	4.5241	4.4802		0.0270	26.95		
yp/03/06/06		23.7	24.9	45.44	754.0		26.6	26.6	0.940	[illegible]	1.125	1440	1620.36	4.4659	4.4283		0.0232	23.18		
yp/06/06/06		23.8	24.5	45.16	754.8		27.2	27.2	0.940	[illegible]	1.125	1440	1620.53	4.4726	4.4328		0.0245	24.543		
yp/09/06/06		23.5	24.5	44.88	754.0		28.1	28.1	0.940	[illegible]	1.122	1440	1616.26	4.5033	4.4466		0.0351	35.123		
yp/12/06/06		23.5	24.5	44.88	753.3		27.9	27.9	0.940	[illegible]	1.122	1440	1615.36	4.4042	4.3379		0.0411	41.082		
yp/15/06/06		23.5	24.5	44.88	753.4		28.8	28.8	0.940	[illegible]	1.121	1440	1613.65	4.3999	4.3526		0.0293	29.338		
yp/18/06/06		23.5	23.5	43.95	753.2		27.8	27.8	0.942	[illegible]	1.129	1440	1625.28	4.3527	4.3145		0.0235	23.522		
yp/21/06/06		23.5	24.5	44.88	755.0		27.4	27.4	0.941	[illegible]	1.129	1440	1626.19	4.3610	4.3201		0.0252	25.18		
yp/24/06/06		23.5	25	45.35	754.9		28.2	28.2	0.940	[illegible]	1.124	1440	1618.04	4.3996	4.3604		0.0242	24.211		
yp/27/06/06		23.5	25.5	45.82	754.0		27.3	27.3	0.939	[illegible]	1.120	1440	1612.81	4.4737	4.4390		0.0215	21.523		
yp/30/06/06		24	25.5	46.28	753.3		27.7	27.7	0.939	[illegible]	1.118	1440	1610.07	4.3921	4.3588		0.0207	20.672		

ระดับความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่น PM 10 บริเวณจุดเก็บตัวอย่างโรงพยาบาลเทศบาล ตลาดวโรรส อ.เมือง จ.เชียงใหม่

แบบบันทึกผลการทดสอบ หาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler

				Calculation			$Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }							PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$					หมายเหตุ
รหัส filter	จุดตรวจวัด	Filter Pressure (in H_2O)		Pf (1.87 x in H_2O)	Pressure (mm.Hg)	Temp. 1 (°C)	Temp. 2 (°C)	Temp. Ave. (°C)	(Pav-Pf)/Pav (mm.Hg)	Qa (m^3/min)	$Q_{std.}$ (m^3/min)	Time (min)	ปริมาตรอากาศ (m^3)	Weight of Filter (g)		ปริมาณฝุ่น (mg/m^3)		ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร	
		Initial	Final	(mm.Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.}$ = Q_{std} X t	Final (A)	Initial (B)	TSP	PM_{10}		
hp/17/06/05	ร.พ.เทศบาล	21.9	23.2	42.22	751.8		27.8	27.8	0.944	[illegible]	1.138	1440	1639.16	4.5041	4.4346	-	0.0424	42.440135	
hp/20/06/05		22.4	23.6	43.01	754.0		27.6	27.6	0.943	[illegible]	1.140	1440	1640.91	4.4804	4.4233	-	0.0348	34.77588	
hp/23/06/05		21.5	23.5	42.05	753.6		27.8	27.8	0.944	[illegible]	1.141	1440	1643.52	4.4891	4.4360	-	0.0323	32.305103	
hp/26/06/05		22.2	23.1	42.33	753.8		27.6	27.6	0.944	[illegible]	1.142	1440	1644.05	4.4749	4.4258	-	0.0299	29.900468	
hp/29/06/05		20.6	22.7	40.49	753.2		29.6	29.6	0.946	[illegible]	1.144	1440	1647.38	4.4946	4.4375	-	0.0347	34.716944	
hp/02/07/05		22.1	23.3	42.40	754.3		28.0	28.0	0.944	[illegible]	1.142	1440	1644.10	4.4506	4.3968	-	0.0327	32.693838	
hp/05/07/05		22.5	23.2	42.73	753.4		29.3	29.3	0.943	[illegible]	1.135	1440	1634.45	4.5450	4.4959	-	0.0300	30.012531	
hp/08/07/05		22.1	22.7	41.89	753.2		28.6	28.6	0.944	[illegible]	1.139	1440	1640.23	4.4768	4.4309		0.0280	27.960742	
hp/11/07/05		23.5	24.5	44.88	755.3		29.9	29.9	0.941	[illegible]	1.130	1440	1627.16	4.5500	4.4834		0.0409	40.947366	
hp/14/07/05		23.5	24.4	44.79	758.0		25.9	25.9	0.941	[illegible]	1.142	1440	1643.79	4.5909	4.5475		0.0264	26.390172	
hp/17/07/05		23.3	24.8	44.97	753.9		28.7	28.7	0.940	[illegible]	1.126	1440	1621.41	4.5334	4.4686		0.0399	39.924388	
hp/20/07/05		22.8	23.5	43.29	753.2		26.9	26.9	0.943	[illegible]	1.139	1440	1640.49	4.4545	4.4098		0.0273	27.264953	
hp/23/07/05		22.7	24.0	43.66	752.0		26.5	26.5	0.942	[illegible]	1.134	1440	1633.55	4.5096	4.4754		0.0209	20.884619	
hp/26/07/05		22.9	24.2	44.04	753.6		25.24	25.2	0.942	[illegible]	1.140	1440	1641.10	4.4632	4.3974		0.0401	40.112052	
hp/29/07/05		23.1	23.8	43.85	751.9		27.7	27.7	0.942	[illegible]	1.132	1440	1629.87	4.4313	4.3801		0.0314	31.439249	
hp/01/08/05		22.7	23.8	43.48	752.9		24.7	24.7	0.942	[illegible]	1.140	1440	1641.12	4.4396	4.3850		0.0333	33.270025	
hp/04/08/05		23.9	25.0	45.72	753.2		26.6	26.6	0.939	[illegible]	1.126	1440	1621.58	4.5456	4.4750		0.0435	43.536431	
hp/07/08/05		23.7	25.1	45.63	752.3		26.4	26.4	0.939	[illegible]	1.125	1440	1620.06	4.5355	4.4698		0.0405	40.5095	

			Calculation				* $Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }							** PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$						หมายเหตุ
รหัส filter	จุดตรวจวัด	Filter Pressure (in H_2O)		Pf (1.87 x in H_2O)	Pressure (mm.Hg)	Temp. 1 (^oC)	Temp. 2 (^oC)	Temp. Ave. (^oC)	(Pav-Pf)/Pav (mm.Hg)	Qa (m^3/min)	$Q_{std.}$ * (m^3/min)	Time (min)	ปริมาตรอากาศ (m^3)	Weight of Filter (g)		ปริมาณฝุ่น ** (mg/m^3)				
		Initial	Final	(mm.Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.}$ = Q_{std} X t	Final (A)	Initial (B)	TSP	PM_{10}	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร		
hp/10/08/05		23.7	25.0	45.53	757.6		27.1	27.1	0.940	1.145	1.135	1440	1633.76	4.4987	4.4478		0.0311	31.149029		
hp/13/08/05		23.2	25.0	45.07	752.9		24.61	24.6	0.940	1.142	1.133	1440	1631.59	4.4909	4.4425		0.0297	29.682669		
hp/16/08/05		24.1	25.2	46.10	753.1		25.77	25.8	0.939	1.130	1.127	1440	1623.35	4.5808	4.4967		0.0518	51.79406		
hp/19/08/05		23.3	25.5	45.63	756.0		25.7	25.7	0.940	1.145	1.135	1440	1634.94	4.5668	4.4725		0.0577	57.69509		
hp/22/08/05		23.9	25.9	46.56	755.8		26.2	26.2	0.938	1.130	1.127	1440	1622.22	4.6133	4.4873		0.0777	77.674911		
hp/25/08/05		23.8	25.2	45.82	754.8		27.7	27.7	0.939	1.129	1.126	1440	1622.00	4.5490	4.4843		0.0399	39.904984		
hp/28/08/05		24.0	26.0	46.75	754.1		25.7	25.7	0.938	1.128	1.125	1440	1620.03	4.5953	4.5025		0.0573	57.300285		
hp/31/08/05		24.0	24.8	45.63	751.6		26.1	26.1	0.939	1.127	1.124	1440	1619.00	4.5333	4.4852		0.0297	29.74555		
hp/03/09/05		23.3	24.3	44.51	754.8		23.3	23.3	0.941	1.144	1.141	1440	1643.54	4.5603	4.5022		0.0353	35.317593		
hp/06/09/05		24.2	24.8	45.82	755.5		26.6	26.6	0.939	1.132	1.129	1440	1626.40	4.5561	4.4829		0.0450	44.96924		
hp/09/09/05		23.3	24.2	44.41	756.1		26.0	26.0	0.941	1.141	1.138	1440	1639.05	4.5353	4.4852		0.0306	30.592039		
hp/12/09/05		21.3	22.7	41.14	756.0		25.5	25.5	0.946	1.159	1.156	1440	1664.67	4.4196	4.3645		0.0331	33.147645		
hp/15/09/05		21.5	23.2	41.79	756.6		24.9	24.9	0.945	1.158	1.155	1440	1662.89	4.4068	4.3461		0.0365	36.508666		
hp/18/09/05		22.5	22.7	42.26	753.0		26.5	26.5	0.944	1.146	1.143	1440	1645.85	4.3815	4.3392		0.0257	25.724154		
hp/21/09/05		22.0	23.3	42.36	756.8		25.7	25.7	0.944	1.154	1.151	1440	1656.89	4.3999	4.3459		0.0325	32.547816		
hp/24/09/05		22.5	24.0	43.48	754.6		26.8	26.8	0.942	1.141	1.138	1440	1638.56	4.4735	4.4164		0.0349	34.869608		
hp/27/09/05		22.6	23.7	43.29	753.6		27.1	27.1	0.943	1.142	1.139	1440	1640.84	4.4862	4.4280		0.0355	35.468333		
hp/30/09/05		22.2	23.0	42.26	758.9		25.2	25.2	0.944	1.158	1.155	1440	1662.90	4.4713	4.4350		0.0218	21.84742		
hp/03/10/05		23.3	23.9	44.13	756.2		25.0	25.0	0.942	1.147	1.144	1440	1647.75	4.5379	4.4555		0.0500	50.000172		
hp/06/10/05		22.7	23.5	43.20	757.4		26.5	26.5	0.943	1.149	1.146	1440	1650.88	4.5432	4.4400		0.0625	62.482851		
hp/09/10/05		23	25	44.88	758.6		24.5	24.5	0.941	1.148	1.145	1440	1648.70	4.5382	4.4499		0.0535	53.542884		
hp/12/10/05		22.6	23.6	43.20	757.2		26.9	26.9	0.943	1.148	1.145	1440	1649.02	4.5216	4.4201		0.0616	61.563679		

			Calculation				* $Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }							** PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$						หมายเหตุ
รหัส filter	จุดตรวจวัด	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	Temp. Ave.	(Pav-Pf)/Pav	Qa	$Q_{std.}$ *	Time	ปริมาตรอากาศ	Weight of Filter		ปริมาณฝุ่น **				
		(in H_2O)		(1.87 x in H_2O)	(mm.Hg)	(^oC)	(^oC)	(^oC)	(mm.Hg)	(m^3/min)	(m^3/min)	(min)	(m^3)	(g)		(mg/m^3)		ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร		
		Initial	Final	(mm.Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.}$ =Q_{std} X t	Final (A)	Initial (B)	TSP	PM_{10}			
hp/15/10/05		22.7	23.5	43.20	758.1		27.0	27.0	0.943	[illegible]	1.146	1440	1650.69	4.5242	4.4465		0.0471	47.089495		
hp/18/10/05		26.7	27.6	50.77	759.4		26.5	26.5	0.933	[illegible]	1.112	1440	1601.98	4.5424	4.4487		0.0585	58.502702		
hp/21/10/05		22.5	23.5	43.01	759.6		26.0	26.0	0.943	[illegible]	1.150	1440	1656.60	4.5330	4.4306		0.0618	61.841165		
hp/24/10/05		22.8	23.7	43.48	759.5		25.7	25.7	0.943	[illegible]	1.151	1440	1657.52	4.4698	4.3673		0.0619	61.85153		
hp/27/10/05		23	23.3	43.29	759.5		25.9	25.9	0.943	[illegible]	1.151	1440	1656.92	4.4300	4.3401		0.0543	54.264611		
hp/30/10/05		22.2	22.5	41.79	758.0		23.4	23.4	0.945	[illegible]	1.153	1440	1660.48	4.4262	4.3816		0.0269	26.90916		
hp/02/11/05		22.3	23.6	42.92	757.3		25.4	25.4	0.943	[illegible]	1.148	1440	1653.22	4.4815	4.4069		0.0451	45.137265		
hp/05/11/05		22.3	23	42.36	758.4		25.3	25.3	0.944	[illegible]	1.154	1440	1661.75	4.4095	4.3238		0.0515	51.538433		
hp/08/11/05		22	22.5	41.61	758.9		26.0	26.0	0.945	[illegible]	1.156	1440	1665.30	4.3968	4.3339		0.0378	37.757801		
hp/11/11/05		21.8	23.2	42.08	756.5		26.5	26.5	0.944	[illegible]	1.148	1440	1653.74	4.3623	4.3063		0.0339	33.873554		
hp/14/11/05		21.7	23	41.79	756.6		25.9	25.9	0.945	[illegible]	1.153	1440	1660.41	4.4056	4.3285		0.0465	46.465622		
hp/17/11/05		22.3	23.3	42.64	758.3		26.4	26.4	0.944	[illegible]	1.151	1440	1657.78	4.5569	4.4669		0.0542	54.249774		
hp/20/11/05		21.8	22.2	41.14	761.0		24.7	24.7	0.946	[illegible]	1.165	1440	1677.51	4.5427	4.4772		0.0391	39.08171		
hp/23/11/05		21.8	22.4	41.33	761.3		20.9	20.9	0.946	[illegible]	1.174	1440	1689.85	4.5459	4.4649		0.0479	47.937907		
hp/26/11/05		22	24	43.01	759.7		23.8	23.8	0.943	[illegible]	1.155	1440	1662.80	4.5551	4.4591		0.0578	57.763934		
hp/30/11/05		21.8	22.7	41.61	756.0		24.0	24.0	0.945	[illegible]	1.156	1440	1664.26	4.5560	4.4583		0.0587	58.703584		เก็บแทนวันที่ 29/11/05
hp/02/12/05		21.8	23	41.89	758.8		23.2	23.2	0.945	[illegible]	1.162	1440	1672.91	4.5408	4.4557		0.0509	50.884966		
hp/05/12/05		22	23	42.08	757.8		25.1	25.1	0.944	[illegible]	1.154	1440	1661.14	4.5387	4.4773		0.0369	36.933619		
hp/08/12/05		21.9	23	41.98	759.5		21.9	21.9	0.945	[illegible]	1.165	1440	1677.78	4.4665	4.3634		0.0615	61.457346		
hp/11/12/05		22.5	23.2	42.73	758.8		25.0	25.0	0.944	[illegible]	1.155	1440	1663.41	4.4537	4.3847		0.0415	41.492967		
hp/14/12/05		21.8	23	41.89	761.0		22.9	22.9	0.945	[illegible]	1.166	1440	1678.39	4.4911	4.4366		0.0324	32.444205		
hp/17/12/05		22	23.2	42.26	762.2		22.2	22.2	0.945	[illegible]	1.169	1440	1683.33	4.5195	4.4383		0.0482	48.238778		

			Calculation				* $Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }							** PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$						หมายเหตุ
รหัส filter	จุดตรวจวัด	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	Temp. Ave.	(Pav-Pf)/Pav	Qa	$Q_{std.}$ *	Time	ปริมาตรอากาศ	Weight of Filter		ปริมาณฝุ่น **				
		(in H_2O)		(1.87 x in H_2O)	(mm.Hg)	(^oC)	(^oC)	(^oC)	(mm.Hg)	(m^3/min)	(m^3/min)	(min)	(m^3)	(g)		(mg/m^3)		ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร		
		Initial	Final	(mm.Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.}$ =Q_{std} X t	Final (A)	Initial (B)	TSP	PM_{10}			
hp/20/12/05		21.5	22.5	41.14	761.2		19.1	19.1	0.946	1.152	1.177	1440	1695.58	4.4656	4.3411		0.0734	73.412044		
hp/23/12/05		21.3	23	41.42	760.9		18.8	18.8	0.946	1.153	1.178	1440	1695.69	4.4760	4.3333		0.0842	84.172348		
hp/26/12/05		21.7	23	41.79	760.4		20.6	20.6	0.945	1.151	1.169	1440	1683.60	4.5333	4.3567		0.1049	104.87519		
hp/29/12/05		21.7	22.8	41.61	760.8		20.5	20.5	0.945	1.151	1.170	1440	1684.86	4.4233	4.3473		0.0451	45.14913		
hp/01/01/06		21.7	22.4	41.23	760.7		21.0	21.0	0.946	1.156	1.173	1440	1688.40	4.3785	4.3130		0.0388	38.785739		
hp/04/01/06		21.6	22.6	41.33	758.1		20.3	20.3	0.945	1.154	1.169	1440	1683.58	4.4125	4.3467		0.0391	39.124938		
hp/07/01/06		21.9	22.9	41.89	759.3		23.9	23.9	0.945	1.158	1.161	1440	1671.93	4.4384	4.3418		0.0578	57.767838		
hp/10/01/06		21.8	22.9	41.79	758.6		21.7	21.7	0.945	1.156	1.164	1440	1676.25	4.4406	4.3320		0.0648	64.782619		
hp/13/01/06		21.9	22.9	41.89	757.8		20.9	20.9	0.945	1.154	1.164	1440	1676.59	4.4901	4.3927		0.0581	58.066636		
hp/16/01/06		21.8	23.3	42.17	757.4		19.2	19.2	0.944	1.149	1.164	1440	1676.45	4.4464	4.3497		0.0577	57.663597		
hp/19/01/06		22	23	42.08	757.0		20.7	20.7	0.944	1.151	1.161	1440	1671.45	4.4331	4.3399		0.0558	55.792393		
hp/22/01/06		22	22.8	41.89	757.2		21.2	21.2	0.945	1.152	1.163	1440	1674.85	4.5086	4.4345		0.0443	44.254667		
hp/25/01/06		22.2	23	42.26	761.3		23.1	23.1	0.944	1.153	1.163	1440	1674.06	4.5668	4.4414		0.0749	74.878948		
hp/28/01/06		21.7	22.7	41.51	758.9		21.0	21.0	0.945	1.156	1.166	1440	1679.24	4.5407	4.4473		0.0557	55.658663		
hp/31/01/06		22.1	23.1	42.26	761.5		22.5	22.5	0.945	1.157	1.167	1440	1680.50	4.5480	4.4396		0.0645	64.502411		
hp/03/02/06		22	23.3	42.36	761.1		24.0	24.0	0.944	1.154	1.161	1440	1671.19	4.5119	4.4308		0.0485	48.541399		
hp/06/02/06		22.3	22.9	42.26	759.9		23.1	23.1	0.944	1.153	1.161	1440	1671.12	4.5132	4.4298		0.0499	49.871832		
hp/09/02/06		22.3	22.8	42.17	762.2		22.9	22.9	0.945	1.156	1.167	1440	1680.81	4.5640	4.4696		0.0562	56.153925		
hp/12/02/06		22.4	23.5	42.92	759.8		24.6	24.6	0.944	1.156	1.158	1440	1666.84	4.5057	4.4269		0.0473	47.284552		
hp/15/02/06		22.1	23.4	42.54	757.2		23.0	23.0	0.944	1.153	1.157	1440	1665.74	4.5153	4.4306		0.0508	50.792921		
hp/18/02/06		23.4	24	44.32	757.6		26.0	26.0	0.942	1.142	1.144	1440	1647.52	4.4903	4.4168		0.0446	44.646584		
hp/21/02/06		22.3	23.7	43.01	757.0		26.1	26.1	0.943	1.145	1.147	1440	1651.09	4.5013	4.4266		0.0452	45.199335		

		Calculation				* $Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }							** PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$						หมายเหตุ
รหัส filter	จุดตรวจวัด	Filter Pressure (in H_2O)		Pf (1.87 x in H_2O)	Pressure (mm.Hg)	Temp. 1 (^oC)	Temp. 2 (^oC)	Temp. Avc. (^oC)	(Pav-Pf)/Pav (mm.Hg)	Qa (m^3/min)	$Q_{std.}$ (m^3/min)	Time (min)	ปริมาตรอากาศ (m^3)	Weight of Filter (g)		ปริมาณฝุ่น ** (mg/m^3)				
		Initial	Final	(mm.Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.}$ =Q_{std} X t	Final (A)	Initial (B)	TSP	PM_{10}	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร		
hp/24/02/06		24.8	26.3	47.78	756.3		27.8	27.8	0.937	[illegible]	1.121	1440	1613.93	4.5951	4.5097		0.0529	52.904271		
hp/27/02/06		24.7	27.8	49.09	755.7		25.7	25.7	0.935	[illegible]	1.116	1440	1607.67	4.6733	4.5394		0.0833	83.322839		
hp/02/03/06		25.2	26.6	48.43	757.8		27.5	27.5	0.936	[illegible]	1.120	1440	1613.24	4.6297	4.5051		0.0772	77.249446		
hp/05/03/06		25.4	27	48.99	757.9		27.3	27.3	0.935	[illegible]	1.117	1440	1608.49	4.5886	4.4865		0.0635	63.496844		
hp/08/03/06		26	30.5	52.83	758.1		28.3	28.3	0.930	[illegible]	1.096	1440	1577.89	4.6522	4.5065		0.0924	92.352604		
hp/11/03/06		26.7	33	55.82	754.9		28.4	28.4	0.926	[illegible]	1.075	1440	1547.63	4.6866	4.5111		0.1134	113.38753		
hp/14/03/06		26.1	26.5	49.18	757.9		28.8	28.8	0.935	[illegible]	1.114	1440	1603.77	4.5629	4.4721		0.0566	56.579115		
hp/17/03/06		25.8	37	58.72	754.8		28.1	28.1	0.922	[illegible]	1.059	1440	1524.56	4.6771	4.5013		0.1153	115.33845		PF สูงมาก
hp/20/03/06		25.8	27	49.37	754.8		29.5	29.5	0.935	[illegible]	1.108	1440	1595.33	4.5901	4.5270		0.0395	39.539255		
hp/23/03/06		26	30.5	52.83	753.6		26.5	26.5	0.930	[illegible]	1.093	1440	1573.23	4.7029	4.4831		0.1397	139.69225		PF สูงมาก
hp/26/03/06		26	32	54.23	754.9		29.9	29.9	0.928	[illegible]	1.080	1440	1555.86	4.5763	4.4116		0.1059	105.86565		
hp/29/03/06		26	25	47.69	757.5		26.1	26.1	0.937	[illegible]	1.126	1440	1621.39	4.5263	4.4263		0.0616	61.621203		
hp/01/04/06		24.5	26	47.22	756.4		25.7	25.7	0.938	[illegible]	1.128	1440	1624.67	4.5296	4.4168		0.0694	69.413515		
hp/04/04/06		25	27	48.62	755.4		29.0	29.0	0.936	[illegible]	1.114	1440	1603.73	4.4963	4.3984		0.0610	61.033923		
hp/07/04/06		24.5	26	47.22	755.1		30.8	30.8	0.937	[illegible]	1.114	1440	1603.51	4.5308	4.4264		0.0651	65.072233		
hp/10/04/06		25	27.5	49.09	754.3		30.5	30.5	0.935	[illegible]	1.105	1440	1591.15	4.6118	4.4664		0.0914	91.394379		
hp/13/04/06		25.5	28	50.02	754.7		31.8	31.8	0.934	[illegible]	1.100	1440	1584.01	4.5494	4.4493		0.0632	63.165144		
hp/16/04/06		25.5	25	47.22	757.2		26.4	26.4	0.938	[illegible]	1.128	1440	1624.76	4.4874	4.4596		0.0171	17.109025		
hp/19/04/06		24	25	45.82	758.1		28.2	28.2	0.940	[illegible]	1.133	1440	1631.94	4.4815	4.4417		0.0244	24.374676		
hp/22/04/06		24	25.5	46.28	754.8		27.7	27.7	0.939	[illegible]	1.126	1440	1622.14	4.4533	4.4148		0.0238	23.761242		
hp/25/04/06		24.5	25	46.28	755.5		27.0	27.0	0.939	[illegible]	1.129	1440	1625.22	4.4685	4.4387		0.0183	18.324868		
hp/28/04/06		25	26	47.69	755.1		26.1	26.1	0.937	[illegible]	1.122	1440	1616.24	4.4534	4.4331		0.0126	12.587219		

			Calculation				* $Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }							** PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$						หมายเหตุ
รหัส filter	จุดตรวจวัด	Filter Pressure (in H_2O)		Pf (1.87 x in H_2O)	Pressure (mm.Hg)	Temp. 1 (^oC)	Temp. 2 (^oC)	Temp. Ave. (^oC)	(Pav-Pf)/Pav (mm.Hg)	Qa (m^3/min)	$Q_{std.}$ * (m^3/min)	Time (min)	ปริมาตรอากาศ (m^3)	Weight of Filter (g)		ปริมาณฝุ่น ** (mg/m^3)				
		Initial	Final	(mm.Hg)	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$V_{std.}$ =Q_{std} X t	Final (A)	Initial (B)	TSP	PM_{10}	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร		
hp/13/05/06		26	28	50.49	756.5		30.0	30.0	0.933	[illegible]	1.102	1440	1587.23	4.4789	4.4434		0.0223	22.315537		
hp/16/05/06		26	28.5	50.96	758.0		21.3	21.3	0.933	[illegible]	1.121	1440	1613.88	4.4984	4.4574		0.0254	25.414542		
hp/19/05/06		27	28	51.43	754.3		24.7	24.7	0.932	[illegible]	1.105	1440	1591.33	4.4921	4.4450		0.0296	29.575223		
hp/22/05/06		27	29	52.36	752.9		25.4	25.4	0.930	[illegible]	1.094	1440	1574.91	4.5089	4.4774		0.0200	19.954131		
hp/25/05/06		27	29	52.36	755.6		27.1	27.1	0.931	[illegible]	1.098	1440	1581.45	4.5118	4.4716		0.0254	25.436078		
hp/28/05/06		26	28	50.49	754.4		28.4	28.4	0.933	[illegible]	1.102	1440	1587.02	4.4155	4.3840		0.0199	19.857354		
hp/31/05/06		27.5	28	51.89	755.7		26.2	26.2	0.931	[illegible]	1.100	1440	1584.39	4.4648	4.4511		0.0087	8.6834771		
hp/03/06/06		27	28	51.43	754.0		26.6	26.6	0.932	[illegible]	1.101	1440	1585.35	4.4640	4.4371		0.0170	16.979268		
hp/06/06/06		26.5	24.6	47.78	754.8		27.2	27.2	0.937	[illegible]	1.120	1440	1612.18	4.4815	4.4499		0.0196	19.589584		
hp/09/06/06		26.4	28.5	51.33	754.0		28.1	28.1	0.932	[illegible]	#VALUE!	ERROR	#VALUE!	4.4452	4.4404		#VALUE!	#VALUE!		ไฟดับเก็บได้ไม่ถึงเกณฑ์
hp/12/06/06		26	28	50.49	753.3		27.9	27.9	0.933	[illegible]	1.101	1440	1585.67	4.3919	4.3495		0.0267	26.723052		
hp/15/06/06		25.5	28	50.02	753.4		28.8	28.8	0.934	[illegible]	1.104	1440	1589.68	4.4040	4.3623		0.0262	26.21909		
hp/18/06/06		26.5	26.5	49.56	753.2		27.8	27.8	0.934	[illegible]	1.105	1380	1525.32	4.3559	4.3451		0.0070	7.0490355		
hp/21/06/06		26.5	28	50.96	755.0		27.4	27.4	0.933	[illegible]	1.105	1440	1590.70	4.3749	4.3439		0.0195	19.549832		
hp/24/06/06		26.5	28.5	51.43	754.9		28.2	28.2	0.932	[illegible]	1.099	1440	1582.66	4.3645	4.3358		0.0181	18.115049		
hp/27/06/06		27.5	28.5	52.36	754.0		27.3	27.3	0.931	[illegible]	1.095	1440	1577.37	4.3506	4.3285		0.0140	13.992897		
hp/30/06/06		26.5	28	50.96	753.3		27.7	27.7	0.932	[illegible]	1.097	1440	1580.37	4.3375	4.3185		0.0120	11.971905		

ระดับความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่น PM 10 บริเวณจุดเก็บตัวอย่างหน้าที่ว่าการอำเภอ อ.สารภี จ.เชียงใหม่

แบบบันทึกผลการทดสอบ หาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler

รหัส filter	จุดตรวจวัด	Calculation					$^{*}Q_{std.} = \{ Qa \times [Pav / 760] \times [298 / (273 + Tav)] \}$							$^{**}PM_{10} / TSP\ (mg/m^3) = \{ (A-B) \times 10^3 \} / V_{std.}$					หมายเหตุ
		Filter Pressure (in H_2O)		Pf 87 x in H_2O	Pressure mm. Hg	Temp. 1 (°C)	Temp. 2 (°C)	Temp. Av (°C)	Av - Pf) / mm. Hg	Qa (m^3 / min)	$Q_{std.}$ (m^3 / min)	Time (min)	มาตรอาก (m^3)	Weight of Filter (g)		ปริมาณฝุ่น ** (mg/m^3)			
		Initial	Final	mm. Hg (Pav)		(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$_{std.} = Q_{std} \times$	Final (A	Initial (B)	TSP	PM_{10}	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร	
sp/17/06/05	สารภี	16.8	17.1	31.70	732.3		28.6	28.6	0.957	1.103	1.142	1320	1506.96	4.4679	4.4150	-	0.0351	35.12	
sp/20/06/05		17.6	18.4	33.66	734.4		27.8	27.8	0.954	1.120	1.139	1380	1571.36	4.4633	4.4158	-	0.0302	30.23	
sp/23/06/05		18.6	19.0	35.11	734.3		27.7	27.7	0.952	1.128	1.133	1415	1603.53	4.4387	4.4124	-	0.0164	16.42	
sp/26/06/05		17.5	18.1	33.29	734.4		28.3	28.3	0.955	1.104	1.141	1423	1623.18	4.4361	4.3995	-	0.0225	22.54	
sp/29/06/05		21.9	22.1	41.09	733.9		28.8	28.8	0.944	1.176	1.107	1401	1550.94	4.4991	4.4548	-	0.0286	28.57	
sp/02/07/05		21.4	22.6	41.14	734.8		28.6	28.6	0.944	1.176	1.109	1404	1557.13	4.4668	4.4227	-	0.0283	28.34	
sp/05/07/05		21.6	21.5	40.25	734.0		29.1	29.1	0.945	1.165	1.109	1320	1464.42	4.4755	4.4323	-	0.0295	29.5	
sp/08/07/05		22.0	22.5	41.51	734.0		30.0	30.0	0.943	1.160	1.102	1422	1566.90	4.4593	4.4235		0.0228	22.84	
sp/11/07/05		23.8	24.5	45.07	736.1		30.4	30.4	0.939	1.145	1.092	1440	1572.40	4.5735	4.4994		0.0471	47.12	
sp/14/07/05		23.4	23.7	43.99	738.3		26.5	26.5	0.940	1.140	1.106	1380	1525.72	4.4602	4.4306		0.0194	19.42	
sp/17/07/05		23.2	24.3	44.37	734.5		29.1	29.1	0.940	1.140	1.096	1440	1577.58	4.5092	4.4203		0.0564	56.41	
sp/20/07/05		23.4	24.4	44.65	733.7		28.3	28.3	0.939	1.145	1.093	1440	1573.42	4.4882	4.4371		0.0324	32.44	
sp/23/07/05		23.5	23.9	44.27	732.4		27.6	27.6	0.940	1.140	1.095	1440	1576.95	4.4624	4.4092		0.0337	33.71	
sp/26/07/05		23.1	23.8	43.76	733.8		26.0	26.0	0.940	1.140	1.100	1440	1583.75	4.4907	4.4350		0.0352	35.19	
sp/29/07/05		23.5	24.2	44.51	732.0		29.0	29.0	0.939	1.145	1.089	1440	1567.78	4.4652	4.4024		0.0400	40.03	
sp/01/08/05		23.2	23.9	43.99	733.0		24.3	24.3	0.940	1.140	1.106	1440	1591.96	4.4467	4.3868		0.0376	37.61	
sp/04/08/05		24.1	24.6	45.49	733.9		28.7	28.7	0.938	1.150	1.089	1440	1567.74	4.5344	4.4574		0.0491	49.12	
sp/07/08/05		24.0	24.8	45.53	732.8		28.2	28.2	0.938	1.150	1.088	1440	1566.54	4.5146	4.4549		0.0381	38.09	

			Calculation				* $Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }							** PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$						หมายเหตุ
รหัส filter	จุดตรวจวัด	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. I	Temp. 2	Temp. Av	Pav - Pf) /	Qa	$Q_{std.}$ *	Time	มาตรอาก	Weight of Filter		ปริมาณฝุ่น **				
		(in H_2O)		87 x in H_2O	mm. Hg	(°C)	(°C)	(°C)	mm. Hg	(m^3 / min)	(m^3 / min)	(min)	(m^3)	(g)		(mg / m^3)		ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร		
		Initial	Final	mm. Hg	(Pav)	(Tav I)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$_{std.}$ =Q_{std} X	Final (A	Initial (B)	TSP	PM_{10}			
sp/10/08/05		23.8	24.9	45.53	732.2		27.7	27.7	0.938	[illegible]	1.088	1440	1566.26	4.4995	4.4490		0.0323	32.25		
sp/13/08/05		23.7	24.7	45.25	732.9		24.8	24.8	0.938	[illegible]	1.095	1440	1576.66	4.5029	4.4526		0.0319	31.93		
sp/16/08/05		24.2	25.0	46.00	733.7		26.9	26.9	0.937	[illegible]	1.089	1440	1567.67	4.5753	4.5212		0.0345	34.46		
sp/19/08/05		24.3	25.1	46.10	736.3		26.0	26.0	0.937	[illegible]	1.094	1440	1575.33	4.5888	4.5137		0.0476	47.64		
sp/22/08/05		23.7	24.7	45.25	736.4		28.6	28.6	0.939	[illegible]	1.096	1440	1578.12	4.5576	4.4637		0.0595	59.5		
sp/25/08/05		23.9	24.6	45.35	735.4		28.8	28.8	0.938	[illegible]	1.091	1440	1570.66	4.5327	4.4919		0.0260	25.99		
sp/28/08/05		24.1	24.9	45.77	734.6		27.7	27.7	0.938	[illegible]	1.091	1440	1571.63	4.5613	4.4907		0.0449	44.95		
sp/31/08/05		23.9	24.9	45.63	732.3		27.9	27.9	0.938	[illegible]	1.088	1440	1566.18	4.5210	4.4795		0.0265	26.55		
sp/03/09/05		24.0	24.9	45.67	734.9		24.7	24.7	0.938	[illegible]	1.098	1440	1580.94	4.5570	4.5002		0.0360	35.95		
sp/06/09/05		24.0	24.7	45.49	735.9		27.2	27.2	0.938	[illegible]	1.094	1440	1575.86	4.6061	4.5216		0.0536	53.61		
sp/09/09/05		24.0	24.3	45.16	736.5		26.4	26.4	0.939	[illegible]	1.100	1440	1584.43	4.5542	4.5187		0.0224	22.38		
sp/12/09/05		22.0	22.6	41.65	735.5		26.2	26.2	0.943	[illegible]	1.111	1440	1600.40	4.3825	4.3514		0.0194	19.41		
sp/15/09/05		22.3	22.8	42.17	736.7		25.5	25.5	0.943	[illegible]	1.115	1440	1605.09	4.4369	4.3819		0.0343	34.28		
sp/18/09/05		22.1	22.7	41.89	733.7		27.8	27.8	0.943	[illegible]	1.105	1440	1591.35	4.3825	4.3320		0.0317	31.71		
sp/21/09/05		22.5	23.6	43.10	737.2		26.4	26.4	0.942	[illegible]	1.110	1440	1598.51	4.4953	4.4413		0.0338	33.82		
sp/24/09/05		22.7	23.5	43.20	735.2		27.1	27.1	0.941	[illegible]	1.103	1440	1588.17	4.4472	4.4040		0.0273	27.26		
sp/27/09/05		22.3	22.5	41.84	734.2		28.4	28.4	0.943	[illegible]	1.105	1440	1591.11	4.5051	4.4436		0.0386	38.63		
sp/30/09/05		21.2	22.3	40.67	739.1		26.2	26.2	0.945	[illegible]	1.123	1440	1617.13	4.4857	4.4436		0.0260	26.02		
sp/03/10/05		21.9	22.9	41.89	756.5		26.4	26.4	0.945	[illegible]	1.149	1440	1654.48	4.4881	4.4357		0.0317	31.66		
sp/06/10/05		22	22.9	41.98	737.6		27.3	27.3	0.943	[illegible]	1.112	1440	1601.50	4.5544	4.4428		0.0697	69.66		
sp/09/10/05		21.7	23.1	41.89	738.9		26.3	26.3	0.943	[illegible]	1.116	1440	1607.67	4.5079	4.4388		0.0430	42.99		
sp/12/10/05		22.25	23.25	42.54	737.7		28.0	28.0	0.942	[illegible]	1.108	1440	1595.47	4.5178	4.4268		0.0570	57.03		

			Calculation				* $Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }							** PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$					หมายเหตุ
รหัส filter	จุดตรวจวัด	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	Temp. Av	(Pav - Pf) /	Qa	$Q_{std.}$ *	Time	มาตรอากา	Weight of Filter		ปริมาณฝุ่น **			
		(in H_2O)		87 x in H_2O	mm. Hg	(°C)	(°C)	(°C)	mm. Hg	(m^3 / min)	(m^3 / min)	(min)	(m^3)	(g)		(mg/m^3)		ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร		
		Initial	Final	mm. Hg	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	std. $=Q_{std}$ x t	Final (A)	Initial (B)	TSP	PM_{10}			
sp/15/10/05		22.2	23	42.26	738.6		28.0	28.0	0.943	[illegible]	1.112	1440	1601.63	4.4888	4.4188		0.0437	43.668		
sp/18/10/05		22.4	23	42.45	739.9		27.0	27.0	0.943	[illegible]	1.116	1440	1607.07	4.5282	4.4292		0.0616	61.56		
sp/21/10/05		21.7	22.3	41.14	739.9		26.7	26.7	0.944	[illegible]	1.120	1440	1613.29	4.4322	4.3327		0.0617	61.665		
sp/24/10/05		21.9	22.7	41.70	739.7		27.0	27.0	0.944	[illegible]	1.120	1440	1612.24	4.4730	4.3669		0.0658	65.801		
sp/27/10/05		21	23.1	41.23	739.8		27.3	27.3	0.944	[illegible]	1.119	1440	1611.42	4.4751	4.3835		0.0568	56.828		
sp/30/10/05		21.90	22.45	41.47	737.9		27.7	27.7	0.944	[illegible]	1.110	1440	1598.03	4.3693	4.3316		0.0236	23.597		
sp/02/11/05		21.8	22.8	41.70	737.6		25.6	25.6	0.943	[illegible]	1.116	1440	1606.52	4.4213	4.3589		0.0389	38.855		
sp/05/11/05		21.75	22.55	41.42	738.8		25.9	25.9	0.944	[illegible]	1.120	1440	1613.01	4.4260	4.3338		0.0572	57.164		
sp/08/11/05		21.35	22.45	40.95	739.2		26.2	26.2	0.945	[illegible]	1.123	1440	1617.02	4.3959	4.3169		0.0489	48.888		
sp/11/11/05		21.8	22.4	41.33	737.0		26.8	26.8	0.944	[illegible]	0.000	ND	#VALUE!	4.2990	4.2931		########	######		เก็บได้ไม่ถึง 22 ช.ม.
sp/14/11/05		21.2	21.8	40.21	737.0		27.2	27.2	0.945	[illegible]	1.118	1440	1609.59	4.3911	4.3076		0.0519	51.89		
sp/17/11/05		21	22	40.21	738.6		26.9	26.9	0.946	[illegible]	1.124	1440	1618.43	4.5506	4.4806		0.0432	43.239		
sp/20/11/05		21.1	21.8	40.11	741.0		25.8	25.8	0.946	[illegible]	1.130	1440	1626.56	4.5360	4.4524		0.0514	51.408		
sp/23/11/05		20.95	22.05	40.21	741.0		22.1	22.1	0.946	[illegible]	1.136	1440	1636.53	4.5503	4.4443		0.0648	64.778		
sp/26/11/05		21.5	22.5	41.14	739.7		24.0	24.0	0.944	[illegible]	1.125	1440	1620.30	4.5751	4.4666		0.0669	66.94		
sp/29/11/05		21.6	22.55	41.28	738.3		25.0	25.0	0.944	[illegible]	1.121	1440	1614.45	4.5476	4.4540		0.0580	57.96		
sp/02/12/05		21	23	41.14	738.7		24.5	24.5	0.944	[illegible]	1.123	1440	1616.65	4.6044	4.4815		0.0760	76.013		
sp/05/12/05		21.7	22.25	41.09	737.8		26.4	26.4	0.944	[illegible]	1.118	1440	1609.66	4.5239	4.4715		0.0325	32.521		
sp/08/12/05		21.3	23	41.42	739.4		22.9	22.9	0.944	[illegible]	1.127	1440	1622.64	4.5002	4.3737		0.0780	78.005		
sp/11/12/05		22.25	22.9	42.22	738.9		25.6	25.6	0.943	[illegible]	1.118	1440	1609.74	4.4930	4.4144		0.0489	48.867		
sp/14/12/05		21.8	22.6	41.51	740.8		23.0	23.0	0.944	[illegible]	1.128	1440	1624.85	4.4975	4.4525		0.0277	27.656		
sp/17/12/05		21.6	22.7	41.42	741.8		21.4	21.4	0.944	[illegible]	1.133	1440	1631.60	4.5264	4.4570		0.0426	42.58		

			Calculation				* $Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }							** PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$					หมายเหตุ
รหัส filter	จุดตรวจวัด	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	emp. Av	v - Pf) /	Qa	$Q_{std.}$ *	Time	มาตรฐาน	Weight of Filter		ปริมาณฝุ่น **			
		(in H_2O)		87 x in H_2	(mm. Hg	(°C)	(°C)	(°C)	mm. Hg	(m^3 / min)	(m^3 / min)	(min)	(m^3)	(g)		(mg/m^3)		ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร		
		Initial	Final	mm. Hg	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$_{std.}$ =Q_{std} x	Final (A	Initial (B)	TSP	PM_{10}			
sp/01/01/06		21.5	22.6	41.23	740.4		21.6	21.6	0.944	[illegible]	1.130	1440	1627.63	4.4044	4.3248		0.0489	48.88		
sp/04/01/06		21.5	22.9	41.51	737.4		20.8	20.8	0.944	[illegible]	1.127	1440	1623.56	4.4376	4.3344		0.0636	63.56		
sp/07/01/06		21.5	22	40.67	739.1		24.2	24.2	0.945	[illegible]	1.127	1440	1622.37	4.4642	4.3356		0.0793	79.26		
sp/10/01/06		21.6	23.4	42.08	738.4		22.5	22.5	0.943	[illegible]	1.123	1440	1617.00	4.5202	4.3361		0.1139	113.9		
sp/13/01/06		21.5	22.8	41.42	737.3		22.0	22.0	0.944	[illegible]	1.125	1440	1620.23	4.5102	4.3385		0.1060	106		
sp/16/01/06		21	23	41.14	736.7		20.1	20.1	0.944	[illegible]	1.127	1440	1623.55	4.5692	4.3533		0.1330	133		
sp/19/01/06		21.7	23.1	41.89	736.5		21.4	21.4	0.943	[illegible]	1.122	1440	1615.58	4.4681	4.3185		0.0926	92.56		
sp/22/01/06		21.3	22.5	40.95	736.6		21.8	21.8	0.944	[illegible]	1.124	1440	1618.91	4.5892	4.4462		0.0883	88.32		
sp/25/01/06		21.5	23	41.61	740.9		24.3	24.3	0.944	[illegible]	1.126	1440	1622.02	4.6145	4.4498		0.1016	101.6		
sp/28/01/06		21.3	22.7	41.14	738.6		22.1	22.1	0.944	[illegible]	1.127	1440	1622.38	4.6083	4.4420		0.1025	102.5		
sp/31/01/06		21.2	23	41.33	741.1		22.9	22.9	0.944	[illegible]	1.129	1440	1626.05	4.6347	4.4694		0.1017	101.7		
sp/03/02/06		21	22.8	40.95	741.0		24.4	24.4	0.945	[illegible]	1.129	1440	1626.19	4.5420	4.4268		0.0709	70.85		
sp/06/02/06		21.4	22.4	40.95	739.7		23.8	23.8	0.945	[illegible]	1.128	1440	1624.75	4.5596	4.4318		0.0787	78.66		
sp/09/02/06		21.4	22.6	41.14	741.9		23.1	23.1	0.945	[illegible]	1.133	1440	1631.34	4.5605	4.4314		0.0791	79.15		
sp/12/02/06		21.7	22.8	41.61	741.2		24.6	24.6	0.944	[illegible]	1.126	1440	1621.54	4.5550	4.4440		0.0685	68.46		
sp/15/02/06		21.3	22.6	41.05	737.1		24.2	24.2	0.944	[illegible]	1.121	1440	1613.69	4.5764	4.4373		0.0862	86.21		
sp/18/02/06		21.6	23	41.70	737.8		26.5	26.5	0.943	[illegible]	1.114	1440	1604.20	4.5812	4.4612		0.0748	74.81		
sp/21/02/06		21.2	22.7	41.05	737.3		27.3	27.3	0.944	[illegible]	1.115	1440	1606.13	4.5211	4.4257		0.0594	59.37		
sp/24/02/06		23.5	24.7	45.07	737.1		29.0	29.0	0.939	[illegible]	1.096	1440	1578.34	4.6124	4.5006		0.0708	70.78		
sp/27/02/06		23.3	25.4	45.53	736.2		28.3	28.3	0.938	[illegible]	1.093	1440	1573.86	4.6914	4.4992		0.1222	122.2		
sp/02/03/06		23.7	25.2	45.72	737.4		28.0	28.0	0.938	[illegible]	1.095	1440	1577.17	4.6526	4.4811		0.1088	108.8		
sp/05/03/06		23	25.1	44.97	738.2		28.4	28.4	0.939	[illegible]	1.099	1440	1582.47	4.6068	4.4624		0.0913	91.29		

			Calculation				$Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }							PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$					หมายเหตุ
รหัส filter	จุดตรวจวัด	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	emp. Av	v - Pf) /	Qa	$Q_{std.}$	Time	มาตรอาก	Weight of Filter		ปริมาณฝุ่น				
		(in H_2O)		87 x in H	(mm. Hg	(°C)	(°C)	(°C)	mm. Hg	(m^3 / min)	(m^3 / min)	(min)	(m^3)	(g)		(mg / m^3)		ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร		
		Initial	Final	mm. Hg	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$_{std.}$ =Q_{std} x	Final (A)	Initial (B)	TSP	PM_{10}			
sp/08/03/06		24.2	27	47.87	738.9		27.8	27.8	0.935	[illegible]	1.088	1440	1566.89	4.6816	4.4748		0.1320	132		
sp/11/03/06		23.7	26.9	47.31	735.3		28.7	28.7	0.936	[illegible]	1.085	1440	1561.82	4.7320	4.4987		0.1494	149.4		
sp/14/03/06		23.9	24	44.79	735.9		28.8	28.8	0.939	[illegible]	1.095	1440	1576.60	4.5990	4.4818		0.0743	74.29		
sp/17/03/06		23.4	27.5	47.59	735.2		28.2	28.2	0.935	[illegible]	1.082	1440	1557.76	4.7100	4.4871		0.1431	143.1		
sp/20/03/06		23.6	25.3	45.72	735.3		29.5	29.5	0.938	[illegible]	1.090	1440	1568.91	4.6447	4.4764		0.1072	107.2		
sp/23/03/06		23.6	38	57.60	733.9		28.1	28.1	0.922	[illegible]	1.035	1440	1491.02	4.7135	4.5021		0.1418	141.8		PF สูงมากก
sp/26/03/06		22.1	25	44.04	735.4		30.5	30.5	0.940	[illegible]	1.094	1440	1575.89	4.5709	4.3753		0.1241	124.1		
sp/29/03/06		23.8	24.5	45.16	737.5		27.5	27.5	0.939	[illegible]	1.100	1440	1583.92	4.6090	4.4906		0.0748	74.77		
sp/01/04/06		21.9	23.5	42.45	736.5		26.7	26.7	0.942	[illegible]	1.109	1440	1596.34	4.5326	4.4398		0.0582	58.16		
sp/04/04/06		21.7	23.3	42.08	736.2		30.8	30.8	0.943	[illegible]	1.104	1440	1589.44	4.5206	4.4124		0.0681	68.09		
sp/07/04/06		22	23.5	42.54	735.7		31.1	31.1	0.942	[illegible]	1.100	1440	1583.56	4.5448	4.4498		0.0600	59.97		
sp/10/04/06		22.1	23.7	42.82	735.1		30.7	30.7	0.942	[illegible]	1.100	1440	1583.33	4.5884	4.4465		0.0896	89.61		
sp/13/04/06		22.4	23.3	42.73	735.5		32.1	32.1	0.942	[illegible]	1.098	1440	1580.69	4.5484	4.4395		0.0689	68.86		
sp/16/04/06		22.1	23.4	42.54	737.3		26.9	26.9	0.942	[illegible]	1.110	1440	1597.74	4.4703	4.4207		0.0310	31.03		
sp/19/04/06		21.9	22.4	41.42	738.2		27.9	27.9	0.944	[illegible]	1.116	1440	1606.49	4.4579	4.4216		0.0226	22.61		
sp/22/04/06		21.8	22.5	41.42	735.3		28.6	28.6	0.944	[illegible]	1.110	1440	1598.12	4.4915	4.4466		0.0281	28.1		
sp/25/04/06		21.8	22.6	41.51	735.8		28.6	28.6	0.944	[illegible]	1.111	1440	1599.22	4.3978	4.3620		0.0224	22.39		
sp/28/04/06		23.2	23.7	43.85	735.3		25.8	25.8	0.940	[illegible]	1.103	1440	1587.71	4.4804	4.4512		0.0184	18.35		
sp/01/05/06		22.3	22.9	42.26	736.1		29.0	29.0	0.943	[illegible]	1.107	1440	1593.68	4.4413	4.3615		0.0501	50.1		
sp/04/05/06		23	24.4	44.32	736.8		31.0	31.0	0.940	[illegible]	1.095	1440	1577.38	4.5158	4.4379		0.0494	49.41		
sp/07/05/06		23.1	23.7	43.76	735.9		30.4	30.4	0.941	[illegible]	1.098	1440	1581.38	4.4956	4.4408		0.0346	34.62		
sp/10/05/06		23.3	23.7	43.95	735.9		28.3	28.3	0.940	[illegible]	1.099	1440	1582.77	4.5061	4.4814		0.0157	15.65		

			Calculation				* $Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }							** PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$					หมายเหตุ
รหัส filter	จุดตรวจวัด	Filter Pressure (in H_2O)		Pf 87 x in H_2O	Pressure (mm. Hg)	Temp. 1 (°C)	Temp. 2 (°C)	Temp. Av (°C)	(Pav - Pf) / mm. Hg	Qa (m^3 / min)	$Q_{std.}$ * (m^3 / min)	Time (min)	บาครอาก (m^3)	Weight of Filter (g)		ปริมาณฝุ่น ** (mg/m^3)			
		Initial	Final	mm. Hg	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$_{std.} = Q_{std} \times$	Final (A)	Initial (B)	TSP	PM_{10}	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร		
sp/13/05/06		23.4	24	44.32	737.3		30.1	30.1	0.940	[illegible]	1.098	1440	1581.25	4.5390	4.4824		0.0358	35.8		
sp/16/05/06		22.8	23.7	43.48	737.5		21.0	21.0	0.941	[illegible]	1.118	1440	1609.90	4.5322	4.4855		0.0290	28.99		
sp/19/05/06		23.5	23.9	44.32	734.4		24.7	24.7	0.940	[illegible]	1.103	1440	1588.49	4.5555	4.4863		0.0436	43.56		
sp/22/05/06		23.2	23.8	43.95	733.0		25.1	25.1	0.940	[illegible]	1.100	1440	1584.37	4.4769	4.4480		0.0182	18.24		
sp/25/05/06		23.2	24.1	44.23	735.9		27.1	27.1	0.940	[illegible]	1.101	1440	1585.67	4.5333	4.4787		0.0345	34.46		
sp/28/05/06		22	22.6	41.70	735.3		28.7	28.7	0.943	[illegible]	1.106	1440	1592.75	4.3866	4.3355		0.0321	32.07		
sp/31/05/06		23.2	24	44.13	736.1		27.2	27.2	0.940	[illegible]	1.101	1440	1585.83	4.5436	4.5001		0.0274	27.4		
sp/03/06/06		22.2	23	42.26	734.4		27.1	27.1	0.942	[illegible]	1.105	1440	1590.70	4.4734	4.4378		0.0224	22.4		
sp/06/06/06		22.2	23	42.26	735.4		28.0	28.0	0.943	[illegible]	1.108	1440	1594.89	4.4885	4.4522		0.0228	22.76		
sp/09/06/06		22	22.5	41.61	734.6		28.9	28.9	0.943	[illegible]	1.105	1440	1590.61	4.3624	4.3162		0.0291	29.06		
sp/12/06/06		22.1	23.1	42.26	734.3		29.8	29.8	0.942	[illegible]	1.100	1440	1583.67	4.4370	4.3671		0.0441	44.12		
sp/15/06/06		22.2	22.7	41.98	734.4		30.9	30.9	0.943	[illegible]	1.101	1440	1585.11	4.3870	4.3354		0.0326	32.6		
sp/18/06/06		22.1	22.6	41.79	733.7		28.0	28.0	0.943	[illegible]	1.105	1440	1590.80	4.3621	4.3176		0.0280	27.99		
sp/21/06/06		21.7	22.5	41.33	735.5		26.7	26.7	0.944	[illegible]	1.114	1440	1603.75	4.3549	4.3152		0.0248	24.79		
sp/24/06/06		22	22.6	41.70	735.5		28.3	28.3	0.943	[illegible]	1.107	1440	1594.24	4.3718	4.3329		0.0244	24.44		
sp/27/06/06		22	23.3	42.36	734.5		27.4	27.4	0.942	[illegible]	1.104	1440	1590.32	4.3735	4.3423		0.0196	19.65		
sp/30/06/06		22.6	23.4	43.01	733.9		28.1	28.1	0.941	[illegible]	1.099	1440	1583.00	4.3344	4.3049		0.0186	18.62		

ระดับความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่น PM 10 บริเวณชุมชนไก่แก้ว จ.ลำพูน

แบบบันทึกผลการทดสอบ หาความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ชนิดมี Flow Controler

			Calculation				* $Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }						** PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$						หมายเหตุ
รหัส filter	จุดตรวจวัด	Filter Pressure (in H_2O)		Pf 87 x in H_2O mm. Hg	Pressure mm. Hg	Temp. 1 (°C)	Temp. 2 (°C)	emp. Av (°C)	av - Pf) / mm. Hg	Qa (m^3 / min)	$Q_{std.}$ (m^3 / min)	Time (min)	มาตรอาก (m^3)	Weight of Filter (g)		ปริมาณฝุ่น ** (mg/m^3)				
		Initial	Final	mm. Hg	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$_{std.}$ =Q_{std} x t	Final (A)	Initial (B)	TSP	PM_{10}	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร		
lp/17/06/05	ลำพูน	20.9	7.1	26.18	732.3		28.6	28.6	0.964	[illegible]	1.164	1440	1675.48	4.4214	4.3958	-	0.0153	15.27		
lp/20/06/05		21.7	2.4	22.53	734.4		27.8	27.8	0.969	[illegible]	1.184	1440	1704.47	4.4344	4.4247	-	0.0057	5.659		
lp/23/06/05		21.7	21.7	40.56	734.3		27.7	27.7	0.945	[illegible]	1.108	1410	1562.76	4.4745	4.4388	-	0.0229	22.87		
lp/26/06/05		22.0	22.3	41.42	734.4		28.3	28.3	0.944	[illegible]	1.103	1440	1588.91	4.4701	4.4304	-	0.0250	24.97		
lp/29/06/05		21.4	22.4	40.95	733.9		28.8	28.8	0.944	[illegible]	1.102	1440	1586.59	4.4665	4.4274	-	0.0246	24.64		
lp/02/07/05		21.7	22.3	41.14	734.8		28.6	28.6	0.944	[illegible]	1.104	1440	1589.35	4.4739	4.4440	-	0.0188	18.76		
lp/05/07/05		21.4	17.3	36.18	734.0		29.1	29.1	0.951	[illegible]	1.129	1410	1591.99	4.4976	4.4581	-	0.0248	24.83		
lp/08/07/05		18.8	20.1	36.37	734.0		30.0	30.0	0.950	[illegible]	1.120	1440	1612.72	4.4579	4.4209		0.0230	22.97		
lp/11/07/05		22.6	23.7	43.29	736.1		30.4	30.4	0.941	[illegible]	1.092	1440	1572.18	4.5609	4.5032		0.0367	36.7		
lp/14/07/05		22.3	23.1	42.45	738.3		26.5	26.5	0.943	[illegible]	1.108	1440	1596.23	4.4174	4.3857		0.0198	19.81		
lp/17/07/05		22.7	23.2	42.92	734.5		29.1	29.1	0.942	[illegible]	1.096	1440	1577.58	4.4499	4.3844		0.0415	41.53		
lp/20/07/05		22.3	23.3	42.64	733.7		28.3	28.3	0.942	[illegible]	1.096	1440	1577.99	4.4628	4.4350		0.0176	17.58		
lp/23/07/05		22.4	23.2	42.64	732.4		27.6	27.6	0.942	[illegible]	1.095	1440	1576.95	4.4523	4.4236		0.0182	18.21		
lp/26/07/05		22.7	23.4	43.10	733.8		26.0	26.0	0.941	[illegible]	1.096	1440	1578.21	4.4719	4.4277		0.0280	28		
lp/29/07/05		22.5	23.4	42.92	732.0		29.0	29.0	0.941	[illegible]	1.088	1440	1567.23	4.4622	4.4220		0.0257	25.66		
lp/01/08/05		22.6	23.7	43.29	733.0		24.3	24.3	0.941	[illegible]	1.102	1440	1586.391	4.4837	4.4281		0.0351	35.09		
lp/04/08/05		22.3	22.8	42.17	733.9		28.7	28.7	0.943	[illegible]	1.098	1440	1581.480	4.5057	4.4632		0.0268	26.83		
lp/07/08/05		22.8	24.2	43.95	732.8		28.2	28.2	0.940	[illegible]	1.087	1440	1565.169	4.5222	4.4692		0.0339	33.9		

		Calculation					* $Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }							** PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$					หมายเหตุ
รหัส filter	จุดตรวจวัด	Filter Pressure (in H_2O)		Pf 87 x in H_2O	Pressure mm. Hg	Temp. 1 (°C)	Temp. 2 (°C)	Temp. Av (°C)	(Pav - Pf) / mm. Hg	Qa (m^3 / min)	$Q_{std.}$ * (m^3 / min)	Time (min)	มาตรฐาน (m^3)	Weight of Filter (g)		ปริมาณฝุ่น ** (mg/m^3)		ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร		
		Initial	Final	mm. Hg	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$_{std.}$ = $Q_{std.}$ ×	Final (A)	Initial (B)	TSP	PM_{10}			
lp/10/08/05		23.4	24.1	44.41	732.2		27.7	27.7	0.939	[illegible]	1.083	1440	1559.386	4.5083	4.4664		0.0269	26.89		
lp/13/08/05		23.2	23.9	44.04	732.9		24.8	24.8	0.940	[illegible]	1.093	1440	1573.997	4.5155	4.4858		0.0189	18.86		
lp/16/08/05		23.3	23.8	44.04	733.7		26.9	26.9	0.940	[illegible]	1.091	1440	1570.437	4.5909	4.5299		0.0389	38.85		
lp/19/08/05		23.2	23.9	44.04	736.3		26.0	26.0	0.940	[illegible]	1.096	1440	1578.111	4.5522	4.4949		0.0363	36.3		
lp/22/08/05		23.8	24.2	44.88	736.4		28.6	28.6	0.939	[illegible]	1.088	1440	1566.101	4.5727	4.5015		0.0454	45.45		
lp/25/08/05		23.8	24.7	45.35	735.4		28.8	28.8	0.938	[illegible]	1.082	1440	1558.281	4.5779	4.5233		0.0350	35.01		
lp/28/08/05		23.2	24.2	44.32	734.6		27.7	27.7	0.940	[illegible]	1.090	1440	1570.251	4.5596	4.5119		0.0304	30.36		
lp/31/08/05		23.1	23.8	43.85	732.3		27.9	27.9	0.940	[illegible]	1.087	1440	1564.806	4.5158	4.4798		0.0230	23.05		
lp/03/09/05		23.3	24.0	44.23	734.9		24.7	24.7	0.940	[illegible]	1.096	1440	1578.319	4.5498	4.5068		0.0272	27.24		
lp/06/09/05		23.6	24.7	45.16	735.9		27.2	27.2	0.939	[illegible]	1.089	1440	1568.769	4.5535	4.4807		0.0464	46.38		
lp/09/09/05		22.7	23.1	42.82	736.5		26.4	26.4	0.942	[illegible]	1.103	1440	1588.594	4.3832	4.3419		0.0260	26.01		
lp/12/09/05		22.2	23.9	43.10	735.5		26.2	26.2	0.941	[illegible]	1.098	1440	1581.630	4.3837	4.3537		0.0190	18.98		
lp/15/09/05		22.8	23.7	43.48	736.7		25.5	25.5	0.941	[illegible]	1.101	1440	1585.857	4.4335	4.3996		0.0214	21.38		
lp/18/09/05		23.1	23.9	43.95	733.7		27.8	27.8	0.940	[illegible]	1.089	1440	1567.941	4.3950	4.3648		0.0193	19.26		
lp/21/09/05		23.2	24.0	44.13	737.2		26.4	26.4	0.940	[illegible]	1.097	1440	1579.050	4.4589	4.4163		0.0270	27		
lp/24/09/05		22.0	23.2	42.26	735.2		27.1	27.1	0.943	[illegible]	1.103	1440	1588.174	4.4564	4.4348		0.0136	13.58		
lp/27/09/05		22.1	23.0	42.17	734.2		28.4	28.4	0.943	[illegible]	1.099	1440	1582.860	4.4880	4.4437		0.0280	27.99		
lp/30/09/05		22.3	23.0	42.36	739.1		26.2	26.2	0.943	[illegible]	1.110	1440	1598.995	4.4867	4.4468		0.0249	24.93		
lp/03/10/05		22.0	23.2	42.26	756.5		26.4	26.4	0.944	[illegible]	1.140	1440	1641.643	4.4718	4.4270		0.0273	27.28		
lp/06/10/05		16.7	17.2	31.70	737.6		27.3	27.3	0.957	[illegible]	1.153	1440	1661.029	4.5045	4.4461		0.0352	35.2		
lp/09/10/05		16.9	17.2	31.88	738.9		26.3	26.3	0.957	[illegible]	1.158	1440	1666.958	4.4963	4.4447		0.0309	30.94		
lp/12/10/05		16	17.2	31.04	737.7		28.0	28.0	0.958	[illegible]	1.154	1440	1662.445	4.4207	4.3627		0.0349	34.9		

			Calculation				* $Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }							** PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$						หมายเหตุ
รหัส filter	จุดตรวจวัด	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	Temp. Av	av - Pf) /	Qa	$Q_{std.}$ *	Time	มาตรอาก	Weight of Filter		ปริมาณฝุ่น **				
		(in H_2O)		87 x in H_2	mm. Hg	(°C)	(°C)	(°C)	mm. Hg	(m^3 / min)	(m^3 / min)	(min)	(m^3)	(g)		(mg/m^3)		ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร		
		Initial	Final	mm. Hg	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$_{std.}$ =Q_{std} X	Final (A)	Initial (B)	TSP	PM_{10}			
lp/15/10/05		16.5	17	31.32	738.6		28.0	28.0	0.958	[illegible]	1.157	1440	1665.364	4.4530	4.4069		0.0277	27.66		
lp/18/10/05		5.8	6.2	11.22	739.9		27.0	27.0	0.985	0.000	0.000	1440	0.000	4.4649	4.4371		#DIV/0!	#####		เครื่องล้ม (ND)
lp/21/10/05		20.7	21.2	39.18	739.9		26.7	26.7	0.947	[illegible]	1.125	1440	1620.256	4.4384	4.3531		0.0526	52.63		
lp/24/10/05		21.7	22.3	41.14	739.7		27.0	27.0	0.944	[illegible]	1.114	1440	1603.882	4.4343	4.3706		0.0397	39.69		
lp/27/10/05		21.4	22.4	40.95	739.8		27.3	27.3	0.945	[illegible]	1.117	1440	1608.643	4.4181	4.3570		0.0380	37.97		
lp/30/10/05		21.6	22.2	40.95	737.9		27.7	27.7	0.944	[illegible]	1.110	1440	1598.027	4.3672	4.3415		0.0161	16.1		
lp/02/11/05		21.8	22.2	41.14	737.6		25.6	25.6	0.944	[illegible]	1.113	1440	1602.670	4.4240	4.3716		0.0326	32.64		
lp/05/11/05		21.5	22.3	40.95	738.8		25.9	25.9	0.945	[illegible]	1.118	1440	1610.224	4.4079	4.3473		0.0377	37.65		
lp/08/11/05		21.7	22.1	40.95	739.2		26.2	26.2	0.945	[illegible]	1.118	1440	1610.043	4.3515	4.3017		0.0309	30.93		
lp/11/11/05		21.2	22.6	40.95	737.0		26.8	26.8	0.944	[illegible]	1.110	1440	1598.568	4.3838	4.3483		0.0222	22.19		
lp/14/11/05		21.9	22.2	41.23	737.0		27.2	27.2	0.944	[illegible]	1.109	1440	1597.121	4.3783	4.3007		0.0486	48.57		
lp/17/11/05		21.9	22.3	41.33	738.6		26.9	26.9	0.944	[illegible]	1.112	1440	1601.743	4.5209	4.4653		0.0347	34.7		
lp/20/11/05		23	23.3	43.29	741.0		25.8	25.8	0.942	[illegible]	1.111	1440	1599.953	4.5079	4.4563		0.0323	32.29		
lp/23/11/05		23	23.4	43.38	741.0		22.1	22.1	0.941	[illegible]	1.110	1440	1598.249	4.5679	4.4783		0.0561	56.07		
lp/26/11/05		21.7	22.4	41.23	739.7		24.0	24.0	0.944	[illegible]	1.119	1440	1611.857	4.5525	4.4799		0.0451	45.06		
lp/29/11/05		21.9	22.2	41.23	738.3		25.0	25.0	0.944	[illegible]	1.115	1440	1606.055	4.5404	4.4468		0.0583	58.25		
lp/02/12/05		21.1	21.7	40.02	738.7		24.5	24.5	0.946	[illegible]	1.124	1440	1618.049	4.5594	4.4683		0.0563	56.25		
lp/05/12/05		21	21.7	39.92	737.8		26.4	26.4	0.946	[illegible]	1.119	1440	1611.056	4.5489	4.4800		0.0428	42.76		
lp/08/12/05		21	21.8	40.02	739.4		22.9	22.9	0.946	[illegible]	1.128	1440	1624.055	4.4727	4.3634		0.0674	67.36		
lp/11/12/05		21.2	21.5	39.92	738.9		25.6	25.6	0.946	[illegible]	1.122	1440	1615.668	4.4504	4.3894		0.0377	37.74		
lp/14/12/05		21.4	22.05	40.63	740.8		23.0	23.0	0.945	[illegible]	1.126	1440	1622.020	4.5230	4.4531		0.0431	43.08		
lp/17/12/05		21.4	21.9	40.49	741.8		21.4	21.4	0.945	[illegible]	1.131	1440	1628.759	4.5136	4.4515		0.0381	38.14		

			Calculation				* $Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }							** PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$					หมายเหตุ
รหัส filter	จุดตรวจวัด	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	Temp. Av	(Pav - Pf)/	Qa	$Q_{std.}$ *	Time	มาตรอากาศ	Weight of Filter		ปริมาณฝุ่น **			
		(in H_2O)		87 x in H_2O	mm. Hg	(°C)	(°C)	(°C)	mm. Hg	(m^3 / min)	(m^3 / min)	(min)	(m^3)	(g)		(mg/m^3)		ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร	
		Initial	Final	mm. Hg	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$_{std.}$ =$Q_{std.}$ x	Final (A)	Initial (B)	TSP	PM_{10}		
lp/20/12/05		21.7	21.7	40.58	740.2		19.5	19.5	0.945	[illegible]	1.132	1440	1630.641	4.6159	4.4553		0.0985	98.5	
lp/23/12/05		21.1	21.5	39.83	740.1		18.9	18.9	0.946	[illegible]	1.137	1440	1637.173	4.4681	4.3153		0.0933	93.32	
lp/26/12/05		20.8	21.2	39.27	739.5		20.6	20.6	0.947	[illegible]	1.136	1440	1635.943	4.4617	4.3231		0.0848	84.76	
lp/29/12/05		20.9	21.4	39.55	740.5		20.9	20.9	0.947	[illegible]	1.137	1440	1637.103	4.4100	4.3109		0.0605	60.52	
lp/01/01/06		21.3	21.6	40.11	740.4		21.6	21.6	0.946	[illegible]	1.132	1440	1629.565	4.3931	4.3186		0.0457	45.7	
lp/04/01/06		21.1	21.7	40.02	737.4		20.8	20.8	0.946	[illegible]	1.129	1440	1625.942	4.4204	4.3071		0.0697	69.69	
lp/07/01/06		21.1	21.3	39.64	739.1		24.2	24.2	0.946	[illegible]	1.125	1440	1619.558	4.4384	4.3461		0.0570	56.96	
lp/10/01/06		21.3	22	40.49	738.4		22.5	22.5	0.945	[illegible]	1.124	1440	1618.413	4.5151	4.3997		0.0713	71.29	
lp/13/01/06		21.1	22	40.30	737.3		22.0	22.0	0.945	[illegible]	1.123	1440	1617.412	4.4920	4.3591		0.0822	82.19	
lp/16/01/06		21.1	22	40.30	736.7		20.1	20.1	0.945	[illegible]	1.125	1440	1620.715	4.4604	4.3215		0.0857	85.73	
lp/19/01/06		21.4	22.1	40.67	736.5		21.4	21.4	0.945	[illegible]	1.123	1440	1616.991	4.4917	4.3394		0.0942	94.2	
lp/22/01/06		21	22	40.21	736.6		21.8	21.8	0.945	[illegible]	1.122	1440	1616.085	4.5921	4.4416		0.0931	93.07	
lp/25/01/06		21.3	21.8	40.30	740.9		24.3	24.3	0.946	[illegible]	1.127	1440	1623.429	4.6008	4.4624		0.0852	85.22	
lp/28/01/06		20	20.8	38.15	738.6		22.1	22.1	0.948	[illegible]	1.135	1440	1633.908	4.5606	4.4174		0.0876	87.64	
lp/31/01/06		20.7	21.2	39.18	741.1		22.9	22.9	0.947	[illegible]	1.134	1440	1633.121	4.6349	4.4541		0.1107	110.7	
lp/03/02/06		20.2	21	38.52	741.0		24.4	24.4	0.948	[illegible]	1.134	1440	1633.227	4.5525	4.4238		0.0788	78.75	
lp/06/02/06		20	20.8	38.15	739.7		23.8	23.8	0.948	[illegible]	1.133	1440	1631.782	4.5488	4.4158		0.0815	81.53	
lp/09/02/06		19.9	20.5	37.77	741.9		23.1	23.1	0.949	[illegible]	1.142	1440	1644.072	4.5787	4.4546		0.0755	75.47	
lp/12/02/06		20.5	21	38.80	741.2		24.6	24.6	0.948	[illegible]	1.134	1440	1632.792	4.5514	4.4510		0.0615	61.46	
lp/15/02/06		20	21.2	38.52	737.1		24.2	24.2	0.948	[illegible]	1.128	1440	1624.890	4.5713	4.4358		0.0834	83.41	
lp/18/02/06		20.6	21.2	39.08	737.8		26.5	26.5	0.947	[illegible]	1.122	1440	1616.158	4.5384	4.4538		0.0524	52.36	
lp/21/02/06		20	21	38.34	737.3		27.3	27.3	0.948	[illegible]	1.123	1440	1617.218	4.5032	4.4088		0.0584	58.4	

			Calculation				* $Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }							** PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$						หมายเหตุ
รหัส filter	จุดตรวจวัด	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	emp. Av	av - Pf) /	Qa	$Q_{std.}$ *	Time	มาตรอาก	Weight of Filter		ปริมาณฝุ่น **				
		(in H_2O)		87 x in H_2	(mm. Hg	(°C)	(°C)	(°C)	mm. Hg	(m^3 / min)	(m^3 / min)	(min)	(m^3)	(g)		(mg/m^3)		ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร		
		Initial	Final	mm. Hg	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$_{std.}$ =Q_{std} X	Final (A)	Initial (B)	TSP	PM_{10}			
lp/24/02/06		20.5	20.8	38.62	737.1		29.0	29.0	0.948	1.070	1.120	1440	1612.240	4.5293	4.4257		0.0642	64.22		
lp/27/02/06		21.5	22.6	41.23	736.2		28.3	28.3	0.944	1.055	1.106	1440	1593.182	4.6342	4.4645		0.1066	106.6		
lp/02/03/06		21.6	22.5	41.23	737.4		28.0	28.0	0.944	1.057	1.109	1440	1596.535	4.6261	4.4935		0.0831	83.08		
lp/05/03/06		22	22.8	41.89	738.2		28.4	28.4	0.943	1.050	1.105	1440	1591.319	4.5781	4.4791		0.0622	62.22		
lp/08/03/06		22	22.9	41.98	738.9		27.8	27.8	0.943	1.060	1.107	1440	1594.637	4.6279	4.4860		0.0890	88.98		
lp/11/03/06		21.4	22.8	41.33	735.3		28.7	28.7	0.944	1.053	1.104	1440	1589.999	4.6435	4.4901		0.0965	96.46		
lp/14/03/06		21.6	22.3	41.05	735.9		28.8	28.8	0.944	1.050	1.105	1440	1591.081	4.5701	4.4758		0.0592	59.24		
lp/17/03/06		21.9	23.1	42.08	735.2		28.2	28.2	0.943	1.051	1.101	1440	1585.321	4.6947	4.5259		0.1065	106.5		
lp/20/03/06		21.7	23.2	41.98	735.3		29.5	29.5	0.943	1.055	1.099	1440	1582.640	4.6192	4.4883		0.0827	82.7		
lp/23/03/06		21.8	23.1	41.98	733.9		28.1	28.1	0.943	1.050	1.099	1440	1583.247	4.7879	4.4996		0.1821	182.1		
lp/26/03/06		20.9	21.8	39.92	735.4		30.5	30.5	0.946	1.066	1.108	1440	1595.317	4.5397	4.4044		0.0848	84.83		
lp/29/03/06		21.2	22	40.39	737.5		27.5	27.5	0.945	1.067	1.113	1440	1603.320	4.5683	4.4778		0.0565	56.5		
lp/01/04/06		20.8	21.9	39.92	736.5		26.7	26.7	0.946	1.058	1.116	1440	1607.438	4.5833	4.4386		0.0900	90		
lp/04/04/06		20.9	22.2	40.30	736.2		30.8	30.8	0.945	1.063	1.105	1440	1590.808	4.5533	4.4356		0.0740	73.95		
lp/07/04/06		20.8	21.2	39.27	735.7		31.1	31.1	0.947	1.060	1.110	1440	1598.588	4.5399	4.4171		0.0769	76.87		
lp/10/04/06		20.5	21	38.80	735.1		30.7	30.7	0.947	1.059	1.110	1440	1598.368	4.6518	4.4598		0.1201	120.1		
lp/13/04/06		20.5	20.8	38.62	735.5		32.1	32.1	0.947	1.072	1.108	1440	1595.665	4.5807	4.4369		0.0901	90.11		
lp/16/04/06		20.1	20.5	37.96	737.3		26.9	26.9	0.949	1.070	1.128	1440	1624.117	4.4626	4.4435		0.0118	11.77		
lp/19/04/06		19.6	20.1	37.12	738.2		27.9	27.9	0.950	1.065	1.130	1440	1627.497	4.4974	4.4416		0.0343	34.28		
lp/22/04/06		18.8	20.2	36.47	735.3		28.6	28.6	0.950	1.076	1.125	1440	1619.374	4.4757	4.4243		0.0317	31.69		
lp/25/04/06		18.7	20.2	36.37	735.8		28.6	28.6	0.951	1.080	1.129	1440	1626.004	4.4008	4.3611		0.0245	24.45		
hl/28/04/06		20.6	20.8	38.71	735.3		25.8	25.8	0.947	1.061	1.120	1440	1612.717	4.5054	4.4801		0.0157	15.69		

			Calculation				* $Q_{std.}$ = { Qa x [Pav / 760] x [298 / (273 + Tav)] }						** PM_{10} / TSP (mg/m^3) = { (A-B) x 10^3 } / $V_{std.}$						หมายเหตุ
รหัส filter	จุดตรวจวัด	Filter Pressure		Pf	Pressure	Temp. 1	Temp. 2	Temp. Av	Pav - Pf) /	Qa	$Q_{std.}$ *	Time	มาตรฐาน	Weight of Filter		ปริมาณฝุ่น **				
		(in H_2O)		87 x in H_2O	mm. Hg	(°C)	(°C)	(°C)	mm. Hg	(m^3 / min)	(m^3 / min)	(min)	(m^3)	(g)		(mg/m^3)		ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร		
		Initial	Final	mm. Hg	(Pav)	(Tav 1)	(Tav 2)	(Tav)				(t)	$_{std.}$ =Q_{std} x	Final (A)	Initial (B)	TSP	PM_{10}			
lp/01/05/06		19.6	20.5	37.49	736.1		29.0	29.0	0.949	[illegible]	1.122	1440	1615.698	4.3809	4.3366		0.0274	27.42		
lp/04/05/06		21	21.5	39.74	736.8		31.0	31.0	0.946	[illegible]	1.109	1440	1597.091	4.6058	4.5437		0.0389	38.88		
lp/07/05/06		20.8	21	39.08	735.9		30.4	30.4	0.947	[illegible]	1.111	1440	1600.549	4.4709	4.4280		0.0268	26.84		
lp/10/05/06		20.4	21.2	38.90	735.9		28.3	28.3	0.947	[illegible]	1.116	1440	1607.153	4.5111	4.4723		0.0241	24.11		
lp/13/05/06		20.8	21.4	39.46	737.3		30.1	30.1	0.946	[illegible]	1.111	1440	1600.539	4.4918	4.4575		0.0214	21.42		
lp/16/05/06		21	21.5	39.74	737.5		21.0	21.0	0.946	[illegible]	1.129	1440	1625.476	4.5213	4.4789		0.0261	26.09		
lp/19/05/06		20.8	21.4	39.46	734.4		24.7	24.7	0.946	[illegible]	1.117	1440	1607.986	4.5704	4.5091		0.0381	38.09		
lp/22/05/06		21.2	21.5	39.92	733.0		25.1	25.1	0.946	[illegible]	1.114	1440	1603.809	4.5301	4.4915		0.0241	24.05		
lp/25/05/06		20.5	21.3	39.08	735.9		27.1	27.1	0.947	[illegible]	1.118	1440	1610.597	4.4969	4.4440		0.0329	32.87		
lp/28/05/06		21	21.5	39.74	735.3		28.7	28.7	0.946	[illegible]	1.111	1440	1599.636	4.4998	4.4611		0.0242	24.17		
lp/31/05/06		21.4	21.6	40.21	736.1		27.2	27.2	0.945	[illegible]	1.112	1440	1601.056	4.5554	4.5183		0.0232	23.2		
lp/03/06/06		20.7	21	38.99	734.4		27.1	27.1	0.947	[illegible]	1.116	1440	1607.277	4.5076	4.4702		0.0233	23.29		
lp/06/06/06		20.4	20.8	38.52	735.4		28.0	28.0	0.948	[illegible]	1.119	1440	1611.442	4.4763	4.4332		0.0268	26.78		
lp/09/06/06		19.7	20.5	37.59	734.6		28.9	28.9	0.949	[illegible]	1.120	1440	1612.595	4.4262	4.3841		0.0261	26.08		
lp/12/06/06		20.4	20.6	38.34	734.3		29.8	29.8	0.948	[illegible]	1.114	1440	1604.206	4.4253	4.3616		0.0397	39.7		
lp/15/06/06		20.2	20.8	38.34	734.4		30.9	30.9	0.948	[illegible]	1.112	1440	1601.485	4.3816	4.3218		0.0373	37.33		
lp/18/06/06		20.4	20.6	38.34	733.7		28.0	28.0	0.948	[illegible]	1.116	1440	1607.309	4.3286	4.2957		0.0205	20.48		
lp/21/06/06		20.3	20.5	38.15	735.5		26.7	26.7	0.948	[illegible]	1.121	1440	1614.837	4.3433	4.3099		0.0207	20.7		
lp/24/06/06		19.8	21.3	38.43	735.5		28.3	28.3	0.948	[illegible]	1.119	1440	1610.779	4.4076	4.3754		0.0200	19.98		
lp/27/06/06		20	20.3	37.68	734.5		27.4	27.4	0.949	[illegible]	1.125	1440	1619.312	4.3198	4.2878		0.0197	19.72		
lp/30/06/06		20.5	20.9	38.71	733.9		28.1	28.1	0.947	[illegible]	1.113	1440	1603.318	4.3976	4.3595		0.0238	23.75		

ภาคผนวก ฎ

ข้อมูลเปรียบเทียบ PM10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางแสดง ปริมาณฝุ่น PM10 เปรียบเทียบกับข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2548 ถึงเดือนมิถุนายน 2549 ณ จุดเก็บตัวอย่างโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย

วันที่เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10	ระดับความเข้มข้นอนุภาคฝุ่น PM10 (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)	
	ข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ	ข้อมูลโครงการย่อยคณะวิศวกรรมศาสตร์
17/06/05	ไม่มีการเก็บข้อมูล	46.61
20/06/05	ไม่มีการเก็บข้อมูล	37.01
23/06/05	24.8	37.80
26/06/05	19.1	39.91
29/06/05	ไม่มีการเก็บข้อมูล	41.08
02/07/05	ไม่มีการเก็บข้อมูล	30.46
05/07/05	ไม่มีการเก็บข้อมูล	35.39
08/07/05	26.6	29.32
11/07/05	39.8	46.65
14/07/05	27.8	26.17
17/07/05	34.1	39.93
20/07/05	ไม่มีการเก็บข้อมูล	28.06
23/07/05	21.3	25.65
26/07/05	36.4	40.51
29/07/05	29.9	37.10
01/08/05	36.3	37.77
04/08/05	ไม่มีการเก็บข้อมูล	39.72
07/08/05	ไม่มีการเก็บข้อมูล	42.48
10/08/05	29.9	37.96
13/08/05	ไม่มีการเก็บข้อมูล	30.18
16/08/05	46.2	49.92
19/08/05	41.2	56.54
22/08/05	ไม่มีการเก็บข้อมูล	73.59
25/08/05	59.4	31.75
28/08/05	40.6	53.74
31/08/05	ไม่มีการเก็บข้อมูล	9.81

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

03/09/05	31.9	34.89
06/09/05	ไม่มีการเก็บข้อมูล	53.38
09/09/05	27	31.24
12/09/05	25.2	24.47
15/09/05	32.5	42.59
18/09/05	ไม่มีการเก็บข้อมูล	30.26
21/09/05	ไม่มีการเก็บข้อมูล	41.04
24/09/05	30.7	28.87
27/09/05	48.2	45.16
30/09/05	27.7	32.63
03/10/05	45.4	41.55
06/10/05	49.3	61.59
09/10/05	44.8	40.55
12/10/05	50.8	50.51
15/10/05	41.6	41.61
18/10/05	52.5	56.85
21/10/05	55.8	52.52
24/10/05	69.7	65.37
27/10/05	49.5	57.36
30/10/05	21.6	23.69
02/11/05	37.5	38.85
05/11/05	51.5	55.06
08/11/05	41.9	41.97
11/11/05	39.2	34.42
14/11/05	41	42.88
17/11/05	57.2	56.04
20/11/05	44	47.62
23/11/05	46	55.08
26/11/05	56.8	56.17
30/11/05	54.3	53.25
02/12/05	51	57.27

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

05/12/05	49.1	38.11
08/12/05	56.3	60.92
11/12/05	50	49.87
14/12/05	34.5	31.9
17/12/05	42.3	45.36
20/12/05	74.5	84.36
23/12/05	97	106.54
26/12/05	97.3	108.74
29/12/05	43.8	55.39
01/01/06	47.6	33.41
04/01/06	ไม่มีการเก็บข้อมูล	47.96
07/01/06	72.5	69.78
10/01/06	74.7	76.43
13/01/06	70.5	76.11
16/01/06	71	76.84
19/01/06	ไม่มีการเก็บข้อมูล	67.81
22/01/06	55.6	50.21
25/01/06	92.8	94.93
28/01/06	ไม่มีการเก็บข้อมูล	67.53
31/01/06	ไม่มีการเก็บข้อมูล	84.25
3/02/06	65.1	64.06
6/02/06	74.1	79.06
9/02/06	76.7	74.81
12/02/06	50.3	54.58
15/02/06	57.5	70.08
18/02/06	57.6	53.29
21/02/06	71.8	60.38
24/02/06	ไม่มีการเก็บข้อมูล	63.34
27/02/06	104.1	95.06
2/03/06	110.1	91.77
5/03/06	77.3	76.02

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

8/03/06	99	110.93
11/03/06	150.5	126.55
14/03/06	109.1	74.99
17/03/06	133	122.61
20/03/06	179.9	126.65
23/03/06	182.3	149.01
26/03/06	136.5	137.44
29/03/06	111.7	76.89
1/04/06	78.1	84.91
4/04/06	87.4	76.27
7/04/06	101.8	81.32
10/04/06	108	117.51
13/04/06	122.3	96.80
16/04/06	24.7	24.14
19/04/06	31.7	30.60
22/04/06	41.8	32.97
25/04/06	29.9	ERROR(เครื่องรั่ว)
28/04/06	25.4	ERROR(เครื่องรั่ว)
1/05/06	44.3	34.18
4/05/06	48.2	43.26
7/05/06	42.7	35.08
10/05/06	29.7	21.47
13/05/06	33.5	33.20
16/05/06	28.7	29.97
19/05/06	41.6	48.24
22/05/06	23.3	28.37
25/05/06	34.9	36.86
28/05/06	33.6	31.67
31/05/06	29.1	26.95
3/06/06	23.3	23.18
6/06/06	32.7	24.54

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

9/06/06	35.9	35.12
12/06/06	43.1	41.08
15/06/06	40.6	29.34
18/06/06	25	23.52
21/06/06	27.5	25.18
24/06/06	34	24.21
27/06/06	24	21.52
30/06/06	22.7	20.67

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางแสดง เปรียบเทียบข้อมูล PM10บริเวณจุดเก็บรพ.เทศบาล/ตลาดวโรรส ระหว่างโครงการย่อยคณะวิศวกรรมศาสตร์และแพทยศาสตร์

วันที่เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM 10	ระดับความเข้มข้นอนุภาคฝุ่น PM 10 (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)	
	ร.พ.เทศบาล (คณะวิศวกรรมศาสตร์)	ตลาดวโรรส (คณะแพทยศาสตร์)
17/06/05	42.44	65.78
20/06/05	34.78	57.04
23/06/05	32.31	52.03
26/06/05	29.90	49.85
29/06/05	34.72	54.30
02/07/05	32.69	49.37
05/07/05	30.01	56.36
08/07/05	27.96	46.68
11/07/05	40.95	59.40
14/07/05	26.39	42.36
17/07/05	39.92	61.97
20/07/05	27.26	57.27
23/07/05	20.88	57.51
26/07/05	40.11	64.91
29/07/05	31.44	56.51
01/08/05	33.27	56.18
04/08/05	43.54	69.57
07/08/05	40.51	69.31
10/08/05	31.15	66.27
13/08/05	29.68	47.57
16/08/05	51.79	103.57
19/08/05	57.70	84.57
22/08/05	77.67	141.15
25/08/05	39.90	72.15
28/08/05	57.30	104.67

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

31/08/05	29.75	62.68
03/09/05	35.32	71.78
06/09/05	44.97	40.94
09/09/05	30.59	53.14
12/09/05	33.15	56.02
15/09/05	36.51	85.41
18/09/05	25.72	39.08
21/09/05	32.55	81.21
24/09/05	34.87	69.39
27/09/05	35.47	62.78
30/09/05	21.85	49.75
03/10/05	50.00	108.89
06/10/05	62.48	113.29
09/10/05	53.54	73.61
12/10/05	61.56	80.90
15/10/05	47.09	78
18/10/05	58.50	81.14
21/10/05	61.84	78.10
24/10/05	61.85	81.14
27/10/05	54.26	105.44
30/10/05	26.91	47.49
02/11/05	45.14	80.66
05/11/05	51.54	94.72
08/11/05	37.76	86.04
11/11/05	33.87	61.66
14/11/05	46.47	86.31
17/11/05	54.25	86.38
20/11/05	39.08	55.61
23/11/05	47.94	76.71
26/11/05	57.76	76.28
30/11/05	58.70	95.46

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

02/12/05	50.88	88.13
05/12/05	36.93	54.79
08/12/05	61.46	100.55
11/12/05	41.49	74.05
14/12/05	32.44	59.77
17/12/05	48.24	68.92
20/12/05	73.41	99.40
23/12/05	84.17	114.24
26/12/05	104.88	157.12
29/12/05	45.15	84.54
01/01/06	38.79	64.44
04/01/06	39.12	65.21
07/01/06	57.77	99.94
10/01/06	64.78	96.43
13/01/06	58.07	96.33
16/01/06	57.66	100.92
19/01/06	55.79	101.74
22/01/06	44.25	80.08
25/01/06	74.88	117.61
28/01/06	55.66	90.60
31/01/06	64.50	107.77
3/02/06	48.54	95.13
6/02/06	49.87	83.62
9/02/06	56.15	90.26
12/02/06	47.28	77.31
15/02/06	50.79	83.2
18/02/06	44.65	72.07
21/02/06	45.20	80.35
24/02/06	52.90	87.92
27/02/06	83.32	119.82
2/03/06	77.25	120.48

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5/03/06	63.50	97.49
8/03/06	92.35	129.59
11/03/06	113.39	145.29
14/03/06	56.58	84.8
17/03/06	115.34	150.35
20/03/06	39.54	129.52
23/03/06	139.69	222.53
26/03/06	105.87	156.83
29/03/06	61.62	111.55
1/04/06	69.41	112.59
4/04/06	61.03	105
7/04/06	65.07	80.15
10/04/06	91.39	177.09
13/04/06	63.17	115.2
16/04/06	17.11	37.43
19/04/06	24.37	45.24
22/04/06	23.76	51.96
25/04/06	18.32	49.67
28/04/06	12.59	46.23
1/05/06	25.81	142.39
4/05/06	30.38	45.78
7/05/06	21.23	48.56
10/05/06	16.02	44.6
13/05/06	22.32	50
16/05/06	25.41	79.35
19/05/06	29.58	89.48
22/05/06	19.95	73.47
25/05/06	25.44	ไม่มีข้อมูล
28/05/06	19.86	49.46
31/05/06	8.68	56.53
3/06/06	16.98	ไม่มีข้อมูล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6/06/06	19.59	ไม่มีข้อมูล
9/06/06		
12/06/06	26.72	ไม่มีข้อมูล
15/06/06	26.22	ไม่มีข้อมูล
18/06/06	7.05	ไม่มีข้อมูล
21/06/06	19.55	ไม่มีข้อมูล
24/06/06	18.12	ไม่มีข้อมูล
27/06/06	13.99	ไม่มีข้อมูล
30/06/06	11.97	ไม่มีข้อมูล

หมายเหตุ ; โครงการย่อยคณะวิศวกรรมศาสตร์ วันที่ 29/11/05 ซึ่งบริเวณจุดเก็บตัวอย่างโรงพยาบาลเทศบาลซ่อมไฟไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้พร้อมกับจุดอื่น ๆ จึงทำการเก็บแทนในวันที่ 30/11/05

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางแสดง เปรียบเทียบข้อมูลบริเวณจุดเก็บหน้าที่ว่าการ อ.สารภี ระหว่างโครงการย่อยคณะวิศวกรรมศาสตร์และแพทยศาสตร์

วันที่เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM 10	ระดับความเข้มข้นอนุภาคฝุ่น PM 10 (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)	
	อ.สารภี (คณะวิศวกรรมศาสตร์)	อ.สารภี (คณะแพทยศาสตร์)
17/06/05	35.12	50.81
20/06/05	30.23	41.12
23/06/05	16.42	30.84
26/06/05	22.54	32.98
29/06/05	28.57	35.70
02/07/05	28.34	39.58
05/07/05	29.50	31.26
08/07/05	22.84	27.92
11/07/05	47.12	53.87
14/07/05	19.42	24
17/07/05	56.41	63.16
20/07/05	32.44	45.96
23/07/05	33.71	44.65
26/07/05	35.19	46.54
29/07/05	40.03	50.14
01/08/05	37.61	28.46
04/08/05	49.12	59.34
07/08/05	38.09	44.02
10/08/05	32.25	46.87
13/08/05	31.93	39.98
16/08/05	34.46	37.98
19/08/05	47.64	61.67
22/08/05	59.50	71.36
25/08/05	25.99	28.38
28/08/05	44.95	59.56

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

31/08/05	26.55	36.09
03/09/05	35.95	43.73
06/09/05	53.61	57.23
09/09/05	22.38	24.96
12/09/05	19.41	24.73
15/09/05	34.28	57.84
18/09/05	31.71	39.23
21/09/05	33.82	40.93
24/09/05	27.26	31.84
27/09/05	38.63	40.97
30/09/05	26.02	33.74
03/10/05	31.66	47
06/10/05	69.66	81.44
09/10/05	42.99	55.25
12/10/05	57.03	72.79
15/10/05	43.67	48.11
18/10/05	61.56	70.60
21/10/05	61.67	61.08
24/10/05	65.80	68.54
27/10/05	56.83	69.77
30/10/05	23.60	18.25
02/11/05	38.86	42.56
05/11/05	57.16	63.68
08/11/05	48.89	56.83
11/11/05	ERROR(เก็บไม่ครบ)	ไม่มีการเก็บต.ย
14/11/05	51.89	55.71
17/11/05	43.24	52.71
20/11/05	51.41	61.09
23/11/05	64.78	66.21
26/11/05	66.94	70.51
29/11/05	57.96	65.54

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

02/12/05	76.01	80.07
05/12/05	32.52	36
08/12/05	78.00	74.82
11/12/05	48.87	60.21
14/12/05	27.66	33
17/12/05	42.58	45.82
20/12/05	93.70	119.64
23/12/05	92.15	98.91
26/12/05	107.73	105.74
29/12/05	55.72	57.61
01/01/06	48.88	49.05
04/01/06	63.56	66.53
07/01/06	79.26	106.21
10/01/06	113.88	119.58
13/01/06	105.98	ไม่มีการเก็บต.ย
16/01/06	132.97	125.51
19/01/06	92.56	94.09
22/01/06	88.32	90.02
25/01/06	101.56	103.79
28/01/06	102.55	100.64
31/01/06	101.67	98.43
3/02/06	70.85	80.93
6/02/06	78.66	84.03
9/02/06	79.15	85.98
12/02/06	68.46	82.85
15/02/06	86.21	94.04
18/02/06	74.81	79.18
21/02/06	59.37	77.14
24/02/06	70.78	79.31
27/02/06	122.15	128.34
2/03/06	108.75	110.32

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5/03/06	91.29	100.78
8/03/06	131.96	138.27
11/03/06	149.40	155.81
14/03/06	74.29	86.37
17/03/06	143.11	174.37
20/03/06	107.24	142.53
23/03/06	141.80	185.59
26/03/06	124.10	125.19
29/03/06	74.77	83.68
1/04/06	58.16	103.43
4/04/06	68.09	81.44
7/04/06	59.97	64.02
10/04/06	89.61	133.81
13/04/06	68.86	105.06
16/04/06	31.03	34.05
19/04/06	22.61	18.55
22/04/06	28.10	41.7
25/04/06	22.39	44.53
28/04/06	18.35	21.98
1/05/06	50.10	105.56
4/05/06	49.41	36.88
7/05/06	34.62	43.7
10/05/06	15.65	50.16
13/05/06	35.80	58.85
16/05/06	28.99	62.65
19/05/06	43.56	77.85
22/05/06	18.24	48.3
25/05/06	34.46	47.65
28/05/06	32.07	36.6
31/05/06	27.40	30.24
3/06/06	22.40	ไม่มีข้อมูล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6/06/06	22.76	ไม่มีข้อมูล
9/06/06	29.06	ไม่มีข้อมูล
12/06/06	44.12	ไม่มีข้อมูล
15/06/06	32.60	ไม่มีข้อมูล
18/06/06	27.99	ไม่มีข้อมูล
21/06/06	24.79	ไม่มีข้อมูล
24/06/06	24.44	ไม่มีข้อมูล
27/06/06	19.65	ไม่มีข้อมูล
30/06/06	18.62	ไม่มีข้อมูล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางแสดง เปรียบเทียบข้อมูลบริเวณจุดเก็บชุมชนไก่แก้ว จ.ลำพูน ระหว่างโครงการย่อยคณะวิศวกรรมศาสตร์และแพทยศาสตร์

วันที่เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM 10	ระดับความเข้มข้นอนุภาคฝุ่น PM 10 (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)	
	ชุมชนไก่แก้ว จ.ลำพูน (คณะวิศวกรรมศาสตร์)	ชุมชนไก่แก้ว จ.ลำพูน (คณะแพทยศาสตร์)
17/06/05	15.27	22.41
20/06/05	5.66	11.45
23/06/05	22.87	9.80
26/06/05	24.97	14.53
29/06/05	24.64	14.76
02/07/05	18.76	15.18
05/07/05	24.83	20.07
08/07/05	22.97	15.20
11/07/05	36.70	66.17
14/07/05	19.81	21.24
17/07/05	41.53	47.15
20/07/05	17.58	19.60
23/07/05	18.21	16.51
26/07/05	28.00	27.11
29/07/05	25.66	20.16
01/08/05	35.09	27.13
04/08/05	26.83	21.51
07/08/05	33.90	38.43
10/08/05	26.89	24.40
13/08/05	18.86	22.42
16/08/05	38.85	34.27
19/08/05	36.30	32.59
22/08/05	45.45	39.30
25/08/05	35.02	35.30
28/08/05	30.36	29.86

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

31/08/05	23.05	20.62
03/09/05	27.24	26.78
06/09/05	46.38	41.92
09/09/05	26.01	20.31
12/09/05	18.98	20.76
15/09/05	21.38	16.46
18/09/05	19.26	98.36
21/09/05	27.00	30.78
24/09/05	13.58	18.03
27/09/05	27.99	24.26
30/09/05	24.93	26.54
03/10/05	27.28	26.51
06/10/05	35.20	35.82
09/10/05	30.94	47.71
12/10/05	34.90	45.87
15/10/05	27.66	36.28
18/10/05	ERROR(เครื่องล้ม)	46.83
21/10/05	52.63	68.25
24/10/05	39.69	61.76
27/10/05	37.97	54.09
30/10/05	16.10	12.48
02/11/05	32.64	30.76
05/11/05	37.65	39.84
08/11/05	30.93	34.49
11/11/05	22.19	20.02
14/11/05	48.57	38.76
17/11/05	34.70	26.37
20/11/05	32.29	19.80
23/11/05	56.07	42.88
26/11/05	45.06	41.97
29/11/05	58.25	51.23

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

02/12/05	56.25	46.71
05/12/05	42.76	38.14
08/12/05	67.36	53.25
11/12/05	37.74	34.91
14/12/05	43.08	33.77
17/12/05	38.14	45.18
20/12/05	98.50	111.60
23/12/05	93.32	110.92
26/12/05	84.76	85.91
29/12/05	60.52	63.81
01/01/06	45.7	38.85
04/01/06	69.69	57.29
07/01/06	56.96	ไม่มีการเก็บตัวอย่าง
10/01/06	71.29	68.83
13/01/06	82.19	70.37
16/01/06	85.73	84.58
19/01/06	94.20	79.22
22/01/06	93.07	80.76
25/01/06	85.22	74.81
28/01/06	87.64	81.62
31/01/06	110.68	107.71
3/02/06	78.75	77.28
6/02/06	81.53	74.01
9/02/06	75.47	67.73
12/02/06	61.46	108.47
15/02/06	83.41	124.08
18/02/06	52.36	48.48
21/02/06	58.40	67.46
24/02/06	64.22	65.07
27/02/06	106.55	101.49
2/03/06	83.08	76.13

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5/03/06	62.22	68.25
8/03/06	88.98	115.3
11/03/06	96.46	96.57
14/03/06	59.24	62.99
17/03/06	106.48	112.29
20/03/06	82.70	98.96
23/03/06	182.09	152.77
26/03/06	84.83	86.77
29/03/06	56.50	
1/04/06	90.00	59.6
4/04/06	73.95	107.93
7/04/06	76.87	56.92
10/04/06	120.14	67.61
13/04/06	90.11	89.97
16/04/06	11.77	27.98
19/04/06	34.28	17.25
22/04/06	31.69	23.5
25/04/06	24.45	21.62
28/04/06	15.69	20.14
1/05/06	27.42	54.43
4/05/06	38.88	43.21
7/05/06	26.84	42.45
10/05/06	24.11	18.66
13/05/06	21.42	30.71
16/05/06	26.09	46.02
19/05/06	38.09	83.84
22/05/06	24.05	23.89
25/05/06	32.87	51.72
28/05/06	24.17	40.03
31/05/06	23.20	12.28
3/06/06	23.29	ไม่มีข้อมูล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6/06/06	26.78	ไม่มีข้อมูล
9/06/06	26.08	ไม่มีข้อมูล
12/06/06	39.70	ไม่มีข้อมูล
15/06/06	37.33	ไม่มีข้อมูล
18/06/06	20.48	ไม่มีข้อมูล
21/06/06	20.70	ไม่มีข้อมูล
24/06/06	19.98	ไม่มีข้อมูล
27/06/06	19.72	ไม่มีข้อมูล
30/06/06	23.75	ไม่มีข้อมูล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางแสดงปริมาณฝุ่น PM 10 เปรียบเทียบกับข้อมูลของคณะแพทยศาสตร์ อ.แม่ริม ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2548 ถึงเดือนมิถุนายน 2549 กับข้อมูล PM 10 ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ทั้ง 4 สถานีเก็บตัวอย่าง

วันที่เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10	ระดับความเข้มข้นอนุภาคฝุ่น PM10 (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)				
	แม่ริม (คณะแพทย์)	ยุพราช (คณะวิศวะ)	เทศบาล (คณะวิศวะ)	อ.สารภี (คณะวิศวะ)	จ.ลำพูน (คณะวิศวะ)
17/06/05	32.69	46.61	42.44	35.12	15.27
20/06/05	22.48	37.01	34.78	30.23	5.66
23/06/05	18.03	37.80	32.31	16.42	22.87
26/06/05	ไม่มีข้อมูล	39.91	29.90	22.54	24.97
29/06/05	21.07	41.08	34.72	28.57	24.64
02/07/05	17.04	30.46	32.69	28.34	18.76
05/07/05	20.9	35.39	30.01	29.50	24.83
08/07/05	14.13	29.32	27.96	22.84	22.97
11/07/05	ไม่มีข้อมูล	46.65	40.95	47.12	36.70
14/07/05	ไม่มีข้อมูล	26.17	26.39	19.42	19.81
17/07/05	17.33	39.93	39.92	56.41	41.53
20/07/05	15.43	28.06	27.26	32.44	17.58
23/07/05	20.61	25.65	20.88	33.71	18.21
26/07/05	22.8	40.51	40.11	35.19	28.00
29/07/05	35.01	37.10	31.44	40.03	25.66
01/08/05	17.79	37.77	33.27	37.61	35.09
04/08/05	48.26	39.72	43.54	49.12	26.83
07/08/05	32.2	42.48	40.51	38.09	33.90
10/08/05	44.87	37.96	31.15	32.25	26.89
13/08/05	21.96	30.18	29.68	31.93	18.86
16/08/05	29.47	49.92	51.79	34.46	38.85
19/08/05	36.94	56.54	57.70	47.64	36.30
22/08/05	46.46	73.59	77.67	59.50	45.45
25/08/05	25.53	31.75	39.90	25.99	35.01

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วันที่เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10	ระดับความเข้มข้นอนุภาคฝุ่น PM10 (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)				
	แม่ริม (คณะแพทย์)	ยุพราช (คณะวิศวะ)	เทศบาล (คณะวิศวะ)	อ.สารภี (คณะวิศวะ)	จ.ลำพูน (คณะวิศวะ)
28/08/05	33.81	53.74	57.30	44.95	30.36
31/08/05	26.69	9.81	29.75	26.55	23.05
03/09/05	23.82	34.89	35.32	35.95	27.24
06/09/05	34.59	53.38	44.97	53.61	46.38
09/09/05	16.31	31.24	30.59	22.38	26.01
12/09/05	14.35	24.47	33.15	19.41	18.98
15/09/05	14.37	42.59	36.51	34.28	21.38
18/09/05	15.6	30.26	25.72	31.71	19.26
21/09/05	22.6	41.04	32.55	33.82	27.00
24/09/05	26.35	28.87	34.87	27.26	13.58
27/09/05	28.8	45.16	35.47	38.63	27.99
30/09/05	20.76	32.63	21.85	26.02	24.93
03/10/05	21.55	41.55	50.00	31.66	27.28
06/10/05	34.98	61.59	62.48	69.66	35.20
09/10/05	41.15	40.55	53.54	42.99	30.94
12/10/05	ไม่มีข้อมูล	50.51	61.56	57.03	34.90
15/10/05	ไม่มีข้อมูล	41.61	47.09	43.67	27.66
18/10/05	ไม่มีข้อมูล	56.85	58.50	61.56	ERROR
21/10/05	43.11	52.52	61.84	61.67	52.63
24/10/05	56.82	65.37	61.85	65.80	39.69
27/10/05	26.85	57.36	54.26	56.83	37.97
30/10/05	ไม่มีข้อมูล	23.69	26.91	23.60	16.10
02/11/05	23.92	38.85	45.14	38.86	32.64
05/11/05	29.2	55.06	51.54	57.16	37.65
08/11/05	12.08	41.97	37.76	48.89	30.93
11/11/05	16.69	34.42	33.87	ERROR	22.19
14/11/05	21.35	42.88	46.47	51.89	48.57
17/11/05	27.5	56.04	54.25	43.24	34.70

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วันที่เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10	ระดับความเข้มข้นอนุภาคฝุ่น PM10 (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)				
	แม่ริม (คณะแพทย์)	ยุพราช (คณะวิศวะ)	เทศบาล (คณะวิศวะ)	อ.สารภี (คณะวิศวะ)	จ.ลำพูน (คณะวิศวะ)
20/11/05	27.1	47.62	39.08	51.41	32.29
23/11/05	25.97	55.08	47.94	64.78	56.07
26/11/05	29.63	56.17	57.76	66.94	45.06
30/11/05	26.86	53.25	58.70	57.96	58.25
02/12/05	ไม่มีข้อมูล	57.27	50.88	76.01	56.25
05/12/05	ไม่มีข้อมูล	38.11	36.93	32.52	42.76
08/12/05	31.47	60.92	61.46	78.00	67.36
11/12/05	27.75	49.87	41.49	48.87	37.74
14/12/05	35.72	31.90	32.44	27.66	43.08
17/12/05	42.82	45.36	48.24	42.58	38.14
20/12/05	45.01	84.36	73.41	93.70	98.50
23/12/05	108.04	106.54	84.17	92.16	93.32
26/12/05	67.85	108.74	104.88	107.73	84.76
29/12/05	29.27	55.39	45.15	55.72	60.52
01/01/06	22.31	33.41	38.79	48.88	45.70
04/01/06	25.95	47.96	39.12	63.56	69.69
07/01/06	37.05	69.78	57.77	79.26	56.96
10/01/06	38.86	76.43	64.78	113.88	71.29
13/01/06	37.97	76.11	58.07	105.98	82.19
16/01/06	46.86	76.84	57.66	132.97	85.73
19/01/06	45.88	67.81	55.79	92.56	94.20
22/01/06	35.48	50.21	44.25	88.32	93.07
25/01/06	71.89	94.93	74.88	101.56	85.22
28/01/06	52.1	67.53	55.66	102.55	87.64
31/01/06	65.35	84.25	64.50	101.67	110.68

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วันที่เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10	ระดับความเข้มข้นอนุภาคฝุ่น PM10 (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)				
	แม่ริม (คณะแพทย์)	ยุพราช (คณะวิศวะ)	เทศบาล (คณะวิศวะ)	อ.สารภี (คณะวิศวะ)	จ.ลำพูน (คณะวิศวะ)
3/02/06	44.43	64.06	48.54	70.85	78.75
6/02/06	51.67	79.06	49.87	78.66	81.53
9/02/06	44.30	74.81	56.15	79.15	75.47
12/02/06	38.76	54.58	47.28	68.46	61.46
15/02/06	35.90	70.08	50.79	86.21	83.41
18/02/06	38.29	53.29	44.65	74.81	52.36
21/02/06	75.06	60.38	45.20	59.37	58.40
24/02/06	59.76	63.34	52.90	70.78	64.22
27/02/06	80.20	95.06	83.32	122.15	106.55
2/03/06	86.05	91.77	77.25	108.75	83.08
5/03/06	73.85	76.02	63.50	91.29	62.22
8/03/06	106.40	110.93	92.35	131.96	88.98
11/03/06	114.40	126.55	113.39	149.40	96.46
14/03/06	77.39	74.99	56.58	74.29	59.24
17/03/06	121.31	122.61	115.34	143.11	106.48
20/03/06	149.95	126.65	39.54	107.24	82.70
23/03/06	210.40	149.01	139.69	141.80	182.09
26/03/06	123.89	137.44	105.87	124.10	84.83
29/03/06	88.90	76.89	61.62	74.77	56.50
1/04/06	48.73	84.91	69.41	58.16	90.00
4/04/06	67.78	76.27	61.03	68.09	73.95
7/04/06	81.03	81.32	65.07	59.97	76.87
10/04/06	112.82	117.51	91.39	89.61	120.14
13/04/06	106.44	96.80	63.17	68.86	90.11
16/04/06	59.32	24.14	17.11	31.03	11.77

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วันที่เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น PM10	ระดับความเข้มข้นอนุภาคฝุ่น PM10 (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)				
	แม่ริม (คณะแพทย์)	ยุพราช (คณะวิศวะ)	เทศบาล (คณะวิศวะ)	อ.สารภี (คณะวิศวะ)	จ.ลำพูน (คณะวิศวะ)
19/04/06	27.73	30.60	24.37	22.61	34.28
22/04/06	28.38	32.97	23.76	28.10	31.69
25/04/06	20.87	ERROR	18.32	22.39	24.45
28/04/06	19.65	ERROR	12.59	18.35	15.69
1/05/06	62.09	34.18	25.81	50.10	27.42
4/05/06	45.00	43.26	30.38	49.41	38.88
7/05/06	28.99	35.08	21.23	34.62	26.84
10/05/06	21.33	21.47	16.02	15.65	24.11
13/05/06	45.46	33.20	22.32	35.80	21.42
16/05/06	46.53	29.97	25.41	28.99	26.09
19/05/06	77.25	48.24	29.58	43.56	38.09
22/05/06	39.70	28.37	19.95	18.24	24.05
25/05/06	33.89	36.86	25.44	34.46	32.87
28/05/06	39.79	31.67	19.86	32.07	24.17
31/05/06	24.28	26.95	8.68	27.40	23.20
3/06/06	ไม่มีข้อมูล	23.18	16.98	22.40	23.29
6/06/06	ไม่มีข้อมูล	24.54	19.59	22.76	26.78
9/06/06	ไม่มีข้อมูล	35.12		29.06	26.08
12/06/06	ไม่มีข้อมูล	41.08	26.72	44.12	39.70
15/06/06	ไม่มีข้อมูล	29.34	26.22	32.60	37.33
18/06/06	ไม่มีข้อมูล	23.52	7.05	27.99	20.48
21/06/06	ไม่มีข้อมูล	25.18	19.55	24.79	20.70
24/06/06	ไม่มีข้อมูล	24.21	18.12	24.44	19.98
27/06/06	ไม่มีข้อมูล	21.52	13.99	19.65	19.72
30/06/06	ไม่มีข้อมูล	20.67	11.97	18.62	23.75

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางแสดงปริมาณฝุ่น PM 10 เปรียบเทียบกลางวันกับกลางคืน ตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2548 ถึง เดือนมิถุนายน 2549 ของสถานีเก็บตัวอย่างโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย

PM10	กลางวัน	กลางคืน
17/6/2005	27.08	33.58
18/6/2005	26.50	22.33
19/6/2005	24.83	15.25
20/6/2005	31.92	16.92
21/6/2005	26.36	9.38
22/6/2005	35.92	27.08
23/6/2005	25.50	24.17
24/6/2005	22.17	14.33
25/6/2005	29.42	18.75
26/6/2005	19.75	18.42
27/6/2005	25.08	25.58
28/6/2005	17.00	23.00
29/6/2005		
30/6/2005	36.10	29.00
1/7/2005	42.55	28.17
2/7/2005	41.92	34.42
3/7/2005	27.83	25.67
4/7/2005	33.42	23.25
5/7/2005	49.27	32.42
6/7/2005	26.33	21.10
7/7/2005	18.88	31.17
8/7/2005	26.83	26.27
9/7/2005	37.08	27.42
10/7/2005	40.25	30.33
11/7/2005	40.45	39.17
12/7/2005	55.73	35.50
13/7/2005	26.33	15.00
14/7/2005	33.33	22.25

PM10	กลางวัน	กลางคืน
15/7/2005	28.25	21.89
16/7/2005	28.00	21.09
17/7/2005	27.17	41.08
18/7/2005	38.50	34.83
19/7/2005	30.91	9.33
20/7/2005	22.50	29.67
21/7/2005	25.55	38.00
22/7/2005	22.67	19.36
23/7/2005	22.33	19.75
24/7/2005	21.75	17.25
25/7/2005	44.00	25.45
26/7/2005	45.25	27.50
27/7/2005	35.90	19.42
28/7/2005	31.00	23.00
29/7/2005	29.08	30.67
30/7/2005	33.92	38.50
31/7/2005	30.42	35.33
1/8/2005	47.42	25.25
2/8/2005	22.00	15.00
3/8/2005		
4/8/2005		
5/8/2005		
6/8/2005	37.50	56.50
7/8/2005	43.92	45.08
8/8/2005	43.00	33.18
9/8/2005	34.75	32.08
10/8/2005	37.17	22.58
11/8/2005	37.10	26.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

PM10	กลางวัน	กลางคืน
12/8/2005	38.75	29.67
13/8/2005		16.00
14/8/2005		
15/8/2005	28.80	50.83
16/8/2005	48.67	43.83
17/8/2005	46.92	29.17
18/8/2005	38.08	21.25
19/8/2005	42.83	39.67
20/8/2005	39.86	31.00
21/8/2005		
22/8/2005	47.14	121.67
23/8/2005	32.75	42.60
24/8/2005	31.60	38.60
25/8/2005	82.50	40.08
26/8/2005	52.25	36.00
27/8/2005	35.83	34.17
28/8/2005	27.17	57.82
29/8/2005	54.83	48.17
30/8/2005	56.33	29.80
31/8/2005	42.57	27.00
1/9/2005	20.00	29.83
2/9/2005	42.83	22.33
3/9/2005	34.50	29.75
4/9/2005	48.33	47.64
5/9/2005	57.13	40.17
6/9/2005	44.33	56.33
7/9/2005	46.00	31.83
8/9/2005	37.75	21.42
9/9/2005	26.00	28.09
10/9/2005	24.42	17.55
11/9/2005	13.17	20.00

PM10	กลางวัน	กลางคืน
12/9/2005	26.92	23.58
13/9/2005	43.75	55.50
14/9/2005	78.08	60.58
15/9/2005	33.75	31.45
16/9/2005	40.90	27.64
17/9/2005		26.80
18/9/2005		
19/9/2005		
20/9/2005		
21/9/2005	51.25	68.50
22/9/2005	36.17	33.92
23/9/2005	52.33	30.17
24/9/2005	27.50	27.17
25/9/2005	27.67	54.92
26/9/2005	63.50	42.33
27/9/2005	50.67	45.83
28/9/2005	30.42	19.17
29/9/2005	37.00	17.42
30/9/2005	23.58	31.75
1/10/2005	28.36	50.58
2/10/2005	32.83	27.25
3/10/2005	47.42	43.33
4/10/2005	32.33	43.17
5/10/2005	39.00	42.83
6/10/2005	49.92	48.75
7/10/2005	59.75	56.83
8/10/2005	34.92	68.50
9/10/2005	48.67	40.83
10/10/2005	42.33	57.42
11/10/2005	38.17	49.67
12/10/2005	47.83	53.75

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

PM10	กลางวัน	กลางคืน
13/10/2005	47.17	33.00
14/10/2005	35.92	29.00
15/10/2005	35.58	47.67
16/10/2005	36.75	62.00
17/10/2005	45.33	66.67
18/10/2005	48.33	56.75
19/10/2005	52.25	47.67
20/10/2005	62.50	65.25
21/10/2005	48.67	62.92
22/10/2005	50.33	73.25
23/10/2005	59.58	75.25
24/10/2005	69.18	70.08
25/10/2005	54.17	55.00
26/10/2005	44.67	47.25
27/10/2005	40.67	58.33
28/10/2005	44.00	35.83
29/10/2005	51.08	40.00
30/10/2005	23.17	20.08
31/10/2005	42.00	13.86
1/11/2005	27.83	55.57
2/11/2005	30.45	42.42
3/11/2005	35.33	49.67
4/11/2005	40.67	36.67
5/11/2005	50.25	52.75
6/11/2005	34.58	41.50
7/11/2005	41.00	22.25
8/11/2005	38.58	45.25
9/11/2005	32.25	46.25
10/11/2005	37.83	59.17
11/11/2005	37.25	42.36
12/11/2005	24.42	46.75

PM10	กลางวัน	กลางคืน
13/11/2005	27.83	42.25
14/11/2005	36.50	45.50
15/11/2005	33.42	63.45
16/11/2005	69.50	56.17
17/11/2005	45.92	68.50
18/11/2005	44.33	56.00
19/11/2005	42.42	51.50
20/11/2005	40.33	47.67
21/11/2005	38.33	36.58
22/11/2005	37.50	33.17
23/11/2005	41.00	50.92
24/11/2005	44.67	46.83
25/11/2005	62.75	59.00
26/11/2005	49.83	63.75
27/11/2005	43.67	58.55
28/11/2005	48.92	54.08
29/11/2005	47.50	61.17
30/11/2005	51.08	71.92
1/12/2005	45.75	70.25
2/12/2005	44.83	57.25
3/12/2005	49.25	64.50
4/12/2005	40.64	62.33
5/12/2005	43.25	54.92
6/12/2005	28.67	26.50
7/12/2005	42.58	40.50
8/12/2005	47.50	65.17
9/12/2005	49.17	42.42
10/12/2005	66.50	53.75
11/12/2005	49.33	50.75
12/12/2005	36.42	52.50
13/12/2005	46.50	50.92

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

PM10	กลางวัน	กลางคืน
14/12/2005	34.09	34.08
15/12/2005	26.25	25.83
16/12/2005	36.67	43.08
17/12/2005	44.92	39.75
18/12/2005	51.67	65.83
19/12/2005	73.17	84.33
20/12/2005	74.25	74.75
21/12/2005	86.25	63.75
22/12/2005	92.50	71.75
23/12/2005	98.92	95.17
24/12/2005	97.08	127.33
25/12/2005	108.08	98.83
26/12/2005	98.33	96.33
27/12/2005	32.55	56.58
28/12/2005	20.17	47.90
29/12/2005	42.83	44.75
30/12/2005	36.00	53.17
31/12/2005	46.73	51.50
1/1/2006	31.09	64.58
2/1/2006	28.27	41.18
3/1/2006	61.50	12.67
4/1/2006	9.00	31.50
5/1/2006	32.58	56.86
6/1/2006	55.33	60.92
7/1/2006	58.83	86.25
8/1/2006	75.83	70.25
9/1/2006	73.33	62.08
10/1/2006	79.08	70.25
11/1/2006	64.00	79.58
12/1/2006	67.25	87.50
13/1/2006	63.33	77.67

PM10	กลางวัน	กลางคืน
14/1/2006	46.92	67.45
15/1/2006	51.25	58.17
16/1/2006	71.75	70.33
17/1/2006	74.67	57.17
18/1/2006	68.83	66.00
19/1/2006	82.55	72.67
20/1/2006	67.33	64.08
21/1/2006	65.42	65.75
22/1/2006	55.50	55.75
23/1/2006	77.58	84.42
24/1/2006	90.67	115.83
25/1/2006	94.50	91.17
26/1/2006	83.92	98.00
27/1/2006	67.25	74.42
28/1/2006	60.58	69.00
29/1/2006	49.92	77.17
30/1/2006	62.67	78.00
31/1/2006	73.75	86.33
1/2/2006	81.50	87.33
2/2/2006	65.92	80.42
3/2/2006	57.58	72.67
4/2/2006	88.00	89.25
5/2/2006	87.83	96.67
6/2/2006	79.00	69.17
7/2/2006	60.58	59.00
8/2/2006	65.08	62.75
9/2/2006	76.08	77.33
10/2/2006	61.08	61.33
11/2/2006	57.33	65.25
12/2/2006	30.73	68.33
13/2/2006	47.92	74.82

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

PM10	กลางวัน	กลางคืน
14/2/2006	58.92	82.58
15/2/2006	46.08	68.92
16/2/2006	57.17	71.83
17/2/2006	44.25	56.18
18/2/2006	55.27	59.67
19/2/2006	60.25	63.08
20/2/2006	72.83	67.67
21/2/2006	67.33	76.25
22/2/2006	53.42	56.42
23/2/2006	75.58	63.33
24/2/2006	75.25	76.92
25/2/2006	63.25	81.50
26/2/2006	73.33	96.67
27/2/2006	95.58	112.58
28/2/2006	100.50	122.00
1/3/2006	123.58	116.67
2/3/2006	118.00	102.92
3/3/2006	97.58	92.08
4/3/2006	64.00	79.08
5/3/2006	61.83	92.83
6/3/2006	69.67	103.83
7/3/2006	84.00	117.42
8/3/2006	87.42	110.50
9/3/2006	144.92	154.17
10/3/2006	146.67	144.75
11/3/2006	143.67	157.33
12/3/2006	101.75	126.92
13/3/2006	110.08	126.58
14/3/2006	113.42	104.83
15/3/2006	78.08	71.00
16/3/2006	84.25	96.58

PM10	กลางวัน	กลางคืน
17/3/2006	123.17	142.92
18/3/2006	138.92	164.33
19/3/2006	229.75	244.33
20/3/2006	189.17	170.67
21/3/2006	86.50	86.83
22/3/2006	74.67	97.83
23/3/2006	128.33	143.17
24/3/2006	214.25	203.33
25/3/2006	143.92	192.08
26/3/2006	115.92	157.00
27/3/2006	131.67	141.17
28/3/2006	196.33	152.58
29/3/2006	133.92	89.42
30/3/2006	69.58	54.00
31/3/2006	54.67	75.58
1/4/2006	62.67	93.58
2/4/2006	69.75	115.17
3/4/2006	86.58	106.08
4/4/2006	72.42	102.42
5/4/2006	76.00	98.67
6/4/2006	79.67	107.00
7/4/2006	106.67	97.00
8/4/2006	87.75	64.58
9/4/2006	80.75	101.42
10/4/2006	90.33	125.67
11/4/2006	114.58	145.17
12/4/2006	118.42	146.25
13/4/2006	131.08	113.58
14/4/2006	78.17	77.75
15/4/2006	37.42	45.60
16/4/2006	22.75	29.50

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

PM10	กลางวัน	กลางคืน
17/4/2006	25.00	36.50
18/4/2006	45.08	42.67
19/4/2006	34.42	31.18
20/4/2006	26.33	34.83
21/4/2006	35.58	44.17
22/4/2006	46.64	37.33
23/4/2006	36.00	44.08
24/4/2006	48.08	33.92
25/4/2006	37.89	23.36
26/4/2006	39.08	34.17
27/4/2006	35.17	30.67
28/4/2006	30.33	18.78
29/4/2006	22.73	18.00
30/4/2006	27.45	37.08
1/5/2006	30.50	58.08
2/5/2006	45.58	50.33
3/5/2006	46.50	52.25
4/5/2006	40.58	55.92
5/5/2006	50.42	55.58
6/5/2006	48.33	51.25
7/5/2006	39.33	46.36
8/5/2006	45.58	34.09
9/5/2006	41.83	42.45
10/5/2006	34.55	25.33
11/5/2006	27.33	29.92
12/5/2006	21.67	41.67
13/5/2006	28.42	38.67
14/5/2006	32.08	25.75
15/5/2006	24.58	17.50
16/5/2006	34.17	23.17
17/5/2006	43.75	47.33

PM10	กลางวัน	กลางคืน
18/5/2006	43.25	44.75
19/5/2006	41.58	41.67
20/5/2006	51.00	50.75
21/5/2006	37.50	35.83
22/5/2006	24.17	22.27
23/5/2006	32.83	21.08
24/5/2006	29.67	34.45
25/5/2006	23.75	57.17
26/5/2006	49.33	54.92
27/5/2006	33.50	42.33
28/5/2006	28.75	38.42
29/5/2006	30.42	27.58
30/5/2006	35.58	20.58
31/5/2006	31.08	27.08
1/6/2006	35.92	40.00
2/6/2006	29.50	19.17
3/6/2006	22.45	24.92
4/6/2006	22.50	28.25
5/6/2006	36.00	25.17
6/6/2006	27.17	38.25
7/6/2006	25.89	29.00
8/6/2006	30.83	22.83
9/6/2006	39.08	32.67
10/6/2006	37.08	35.75
11/6/2006	32.08	30.64
12/6/2006	48.17	37.64
13/6/2006	50.75	47.17
14/6/2006	57.42	41.67
15/6/2006	47.00	34.17
16/6/2006	41.83	39.08
17/6/2006	40.00	37.33

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

PM10	กลางวัน	กลางคืน
18/6/2006	39.58	31.42
19/6/2006	27.25	22.75
20/6/2006	19.83	21.56
21/6/2006	24.75	30.45
22/6/2006	24.58	25.92
23/6/2006	29.83	30.83
24/6/2006	30.00	38.45

PM10	กลางวัน	กลางคืน
25/6/2006	18.92	23.64
26/6/2006	30.50	24.09
27/6/2006	25.58	22.42
28/6/2006	21.67	17.17
29/6/2006	27.08	34.00
30/6/2006	22.42	22.92

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ฏ

ข้อมูลปริมาณอนุภาคฝุ่น PM 5 ขนาด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางแสดงปริมาณฝุ่นรายวันขนาดต่าง ๆ ที่สถานีเก็บอากาศโรงเรียนยุพราช

ยุพราช	PM>10	PM2.5-10	PM1.0-2.5	PM0.5-1.0	PM0.1-0.5	total	PM10	PM2.5
20/06/05	26.2	21.3	9.46	5.86	4.3	67.12	40.92	19.62
05/07/05	26.1	24.6	9.75	2.82	4.06	67.33	41.23	16.63
20/07/05	16.2	15.6	5.9	4.17	4.07	45.94	29.74	14.14
04/08/05	16.77	18.56	9.72	5.77	4.22	55.04	38.27	19.71
19/08/05	31.92	29.78	12.53	8.16	6.55	88.94	57.02	27.24
03/09/05	20.58	18.04	9.38	7.08	4.65	59.73	39.15	21.11
18/09/05	16.8	14.92	7.56	5.85	4.58	49.71	32.91	17.99
03/10/05	28.15	25.22	9.48	6.53	3.93	73.31	45.16	19.94
18/10/05	17.88	24.32	17.91	13.06	7.23	80.4	62.52	38.2
02/11/05	30.54	31.49	9.66	7.22	4.71	83.62	53.08	21.59
17/11/05	46.38	24.47	14.56	12.43	7.72	105.56	59.18	34.71
02/12/05	32.55	29.1	15.88	10.15	11.16	98.84	66.29	37.19
17/12/05	38.91	19.57	16.49	12.17	5.4	92.54	53.63	34.06
01/01/06	10.91	13.68	6.19	6.74	5.16	42.68	31.77	18.09
16/01/06	28.32	35.33	14.78	15.35	13.92	107.7	79.38	44.05
31/01/06	41.32	5.03	17.61	21.65	14.26	99.87	58.55	53.52
15/02/06	46.78	27.04	17.18	17.97	12.98	121.95	75.17	48.13
02/03/06	34.88	47.65	16.32	23.04	17.4	139.29	104.41	56.76
17/03/06	26.36	33.01	26.04	32.49	22.95	140.85	114.49	81.48
01/04/06	24.91	32.69	18.67	25.23	17.14	118.64	93.73	61.04
16/04/06	16.36	10.55	5.63	6.31	4.13	42.98	26.62	16.07
01/05/06	18.18	18.41	7.88	6.89	5.47	56.83	38.65	20.24
16/05/06	13.25	15.51	8.02	6.25	4.1	47.13	33.88	18.37
31/05/06	20.52	22.27	4.93	3.85	4.74	56.31	35.79	13.52
15/06/06	26.46	28.4	10.28	4.58	6.43	76.15	49.69	21.29

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางแสดงปริมาณฝุ่นรายวันขนาดต่าง ๆ ที่สถานีเก็บอากาศร.พ.เทศบาล/ตลาดวโรรส

เทศบาล	PM>10	PM2.5-10	PM1.0-2.5	PM0.5-1.0	PM0.1-0.5	total	PM10	PM2.5
23/6/05	25.3	18.45	6	4.06	3.81	57.62	32.32	13.87
08/07/05	26.64	14.96	7.31	4.16	4.95	58.02	31.38	16.42
23/07/05	19.93	16.41	6.58	4.29	3.59	50.8	30.87	14.46
07/08/05	18.68	21.64	10.55	6.02	4.84	61.73	43.05	21.41
22/08/05	72.57	66.94	23.42	11.31	8.13	182.37	109.8	42.86
06/09/05	24.44	23.14	14.34	12.44	5.59	79.95	55.51	32.37
21/09/05	18.11	21.74	9.21	6.38	5.71	61.15	43.04	21.3
06/10/05	46.48	44.39	21.13	14.25	7.77	134.02	87.54	43.15
21/10/05	31.61	28.94	22.31	13.48	5.77	102.11	70.5	41.56
05/11/05	46.61	31.12	12.34	13.47	9.06	112.6	65.99	34.87
20/11/05	24.14	18.95	9.14	11.18	5.29	68.7	44.56	25.61
05/12/05	19.17	15.63	10.79	9.1	6.71	61.4	42.23	26.6
20/12/05	24.25	23.07	28.83	21.21	13.51	110.87	86.62	63.55
04/01/06	25.54	29.46	10.42	8.85	8.72	82.99	57.45	27.99
19/01/06	26.85	37.35	16.23	16.22	12.6	109.25	82.4	45.05
03/02/06	33.86	31.68	13.05	14.72	10.87	104.18	70.32	38.64
18/02/06	28.89	24.53	13.84	6.78	10.76	84.8	55.91	31.38
05/03/06	25.69	31.64	18.37	20.28	13.82	109.8	84.11	52.47
20/03/06	38.84	40.09	30.47	33.69	21.64	164.73	125.89	85.8
04/04/06	24.41	39.22	22.1	20.02	13.07	118.82	94.41	55.19
19/04/06	10.92	13.65	7.47	6.53	5.13	43.7	32.78	19.13
04/05/06	25.24	20.77	13.77	7.67	7.33	74.78	49.54	28.77
19/05/06	19.53	23.59	15.64	11.2	6.48	76.44	56.91	33.32
03/06/06	17.4	19.35	3.34	3.56	3.83	47.48	30.08	10.73
18/06/06	20.18	17.65	10.78	3.64	4.98	57.23	37.05	19.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางแสดงปริมาณฝุ่นรายวันขนาดต่าง ๆ ที่สถานีเก็บอากาศอำเภอสารภี

สารภี	PM>10	PM2.5-10	PM1.0-2.5	PM0.5-1.0	PM0.1-0.5	total	PM10*	PM2.5*
26/06/05	21.63	14.8	8.06	5.69	4.58	54.76	33.13	18.33
11/07/05	25.57	27.43	13.59	17.6	7.63	91.82	66.25	38.82
26/07/05	19.41	20.52	10.3	7.41	5.08	62.72	43.31	22.79
10/08/05	19.62	17.28	8.94	7.58	6.02	59.44	39.82	22.54
25/08/05	18.73	15.47	8.92	6.26	4.17	53.55	34.82	19.35
09/09/05	11.26	10.45	9.75	6.33	4.18	41.97	30.71	20.26
24/09/05	18.94	16.1	7	6.55	4.56	53.15	34.21	18.11
09/10/05	16.7	36.72	15.18	10.77	5.39	84.76	68.06	31.34
24/10/05	22.47	22.7	26.1	14.7	7.2	93.17	70.7	48
08/11/05	37.1	33	13.68	13.1	8.86	105.74	68.64	35.64
23/11/05	31.35	20.58	19.91	17.92	11.2	100.96	69.61	49.03
08/12/05	39.19	35.02	19.33	18.69	12.8	125.03	85.84	50.82
23/12/05	20.09	21.24	32.07	23.69	12.5	109.59	89.5	68.26
07/01/06	37.56	34.53	17.49	20.24	15.1	124.92	87.36	52.83
22/01/06	30.83	31.84	24.18	21.4	15.52	123.77	92.94	61.1
06/02/06	33.22	33.92	16	21.96	14.27	119.37	86.15	52.23
21/02/06	30.29	26.85	13.72	11.74	12.11	94.71	64.42	37.57
08/03/06	40.14	39.77	28.61	29.59	23.7	161.81	121.67	81.9
23/03/06	57.59	52.5	46.27	52.23	37.32	245.91	188.32	135.82
07/04/06	43.52	36.14	18.12	27.5	18.31	143.59	100.07	63.93
22/04/06	20.32	21.43	8.36	8.78	6.62	65.51	45.19	23.76
07/05/06	26.05	26.25	8.25	6.95	5.44	72.94	46.89	20.64
22/05/06	24.34	22.8	5.15	3.84	3.19	59.32	34.98	12.18
06/06/06	23.48	17.69	6.81	4.48	4.49	56.95	33.47	15.78
21/06/06	15.16	20.53	5.66	5.16	4.49	51	35.84	15.31

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางแสดงปริมาณฝุ่นรายวันขนาดต่าง ๆ ที่สถานีเก็บอากาศจังหวัดลำพูน

ลำพูน	PM>10	PM2.5-10	PM1.0-2.5	PM0.5-1.0	PM0.1-0.5	total	PM10*	PM2.5*
29/06/05	34.13	21.63	11.79	7.74	5.21	80.5	46.37	24.74
14/07/05	7.06	2.02	6.72	6.92	4.3	27.02	19.96	17.94
29/07/05	16.92	11.3	7.42	6.11	4.14	45.89	28.97	17.67
13/08/05	5.31	7.13	6.22	4.47	2.64	25.77	20.46	13.33
18/08/05	15.22	14.52	11.15	9.23	5.64	55.76	40.54	26.02
12/09/05	15.8	12.28	7.61	9.1	4.6	49.39	33.59	21.31
27/09/05	15.46	14.35	10.82	9.89	5.94	56.46	41	26.65
12/10/05	33.87	26.58	23.16	15.23	7.97	106.81	72.94	46.36
27/10/05	21.99	18.34	19.26	18.41	10.3	88.3	66.31	47.97
11/11/05	27.65	18.55	7.53	6.98	4.91	65.62	37.97	19.42
26/11/05	15.82	16.46	19.6	18.5	10.3	80.68	64.86	48.4
11/12/05	22.61	18.36	11.91	12.66	3.64	69.18	46.57	28.21
26/12/05	16.87	20.65	40.22	19.72	11.6	109.06	92.19	71.54
10/01/06	24.25	27.29	17.34	27.28	16.6	112.76	88.51	61.22
25/01/06	36.76	35.98	32.73	29.52	17.9	152.89	116.13	80.15
9/02/06	43.15	35.45	29.85	26.74	15.91	151.1	107.95	72.5
24/02/06	39.41	36.13	18.9	21.89	16.56	132.89	93.48	57.35
11/03/06	30.19	31.76	31.49	37	22.03	152.47	122.28	90.52
26/03/06	31.5	36.83	28.34	31.17	21.27	149.11	117.61	80.78
10/04/06	27.25	30.33	23.83	28.69	19.61	129.71	102.46	72.13
25/04/06	82.57	10.69	5.94	6.56	4.27	110.03	27.46	16.77
10/05/06	15.67	10.81	6.21	5.48	3.87	42.04	26.37	15.56
25/05/06	28.76	24.49	10.14	11.84	6.28	81.51	52.75	28.26
9/06/06	20.36	17.95	11.57	4.77	3.58	58.23	37.87	19.92
24/06/06	18.15	13.75	2.7	3.47	3.5	41.57	23.42	9.67

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางแสดงปริมาณฝุ่นรายเดือนขนาดต่าง ๆ ที่สถานีเก็บอากาศทั้งสี่แห่ง

เดือนที่เก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	จุดเก็บตัวอย่าง	ปริมาณฝุ่น (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)					
			PM>10	PM2.5-10	PM1.0-2.5	PM0.5-1.0	PM0.1-0.5	total
มิ.ย.-48	1	ยุพราช	26.2	21.3	9.46	5.86	4.3	67.12
	1	เทศบาล	25.3	18.45	6	4.06	3.81	57.6
	1	สารภี	21.63	14.8	8.06	5.69	4.58	54.8
	1	ลำพูน	34.13	21.63	11.79	7.74	5.21	80.5
ก.ค.-48	2	ยุพราช	21.2	20.1	7.8	3.5	4.1	56.6
	2	เทศบาล	23.3	15.7	6.9	4.2	4.3	54.4
	2	สารภี	22.5	24.0	11.9	12.5	6.4	77.3
	2	ลำพูน	12.0	6.7	7.1	6.5	4.2	36.5
ส.ค.-48	2	ยุพราช	24.3	24.2	11.1	7.0	5.4	72.0
	2	เทศบาล	45.6	44.3	17.0	8.7	6.5	122.1
	2	สารภี	19.2	16.4	8.9	6.9	5.1	56.5
	2	ลำพูน	10.3	10.8	8.7	6.9	4.1	40.8
ก.ย.-48	2	ยุพราช	18.7	16.5	8.5	6.5	4.6	54.7
	2	เทศบาล	21.3	22.4	11.8	9.4	5.7	70.6
	2	สารภี	15.1	13.3	8.4	6.4	4.4	47.6
	2	ลำพูน	15.6	13.3	9.2	9.5	5.3	52.9
ต.ค.-48	2	ยุพราช	23.0	24.8	13.7	9.8	5.6	76.9
	2	เทศบาล	39.0	36.7	21.7	13.9	6.8	118.1
	2	สารภี	19.6	29.7	20.6	12.7	6.3	89.0
	2	ลำพูน	27.9	22.5	21.2	16.8	9.1	97.6
พ.ย.-48	2	ยุพราช	38.5	28.0	12.1	9.8	6.2	94.6
	2	เทศบาล	35.4	25.0	10.7	12.3	7.2	90.7
	2	สารภี	34.2	26.8	16.8	15.5	10.0	103.4
	2	ลำพูน	21.7	17.5	13.6	12.7	7.6	73.2
ธ.ค.-48	2	ยุพราช	35.7	24.3	16.2	11.2	8.3	95.7
	2	เทศบาล	21.7	19.4	19.8	15.2	10.1	86.1
	2	สารภี	29.6	28.1	25.7	21.2	12.7	117.3
	2	ลำพูน	19.7	19.5	26.1	16.2	7.6	89.1
ม.ค.-49	3	ยุพราช	26.9	18.0	12.9	14.6	11.1	83.4
	2	เทศบาล	26.2	33.4	13.3	12.5	10.7	96.1
	2	สารภี	38.4	34.8	18.4	19.5	14.0	125.0
	2	ลำพูน	30.5	31.6	25.0	28.4	17.3	132.8
ก.พ.-49	1	ยุพราช	46.8	27.0	17.2	18.0	13.0	122.0
	2	เทศบาล	31.4	28.1	13.4	10.8	10.8	94.5
	2	สารภี	31.8	30.4	14.9	16.9	13.2	107.0
	2	ลำพูน	41.3	35.8	24.4	24.3	16.2	142.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางแสดงปริมาณฝุ่นรายเดือนขนาดต่าง ๆ ที่สถานีเก็บอากาศทั้งสี่แห่ง (ต่อ)

เดือนที่เก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	จุดเก็บตัวอย่าง		ปริมาณฝุ่น (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)				
			PM>10	PM2.5-10	PM1.0-2.5	PM0.5-1.0	PM0.1-0.5	total
มี.ค.-49	2	ยุพราช	30.6	40.3	21.2	27.8	20.2	140.1
	2	เทศบาล	32.3	35.9	24.4	27.0	17.7	137.3
	2	สารภี	48.9	46.1	37.4	40.9	30.5	203.9
	2	ลำพูน	30.8	34.3	29.9	34.1	21.7	150.8
เม.ย.-49	2	ยุพราช	20.6	21.6	12.2	15.8	10.6	80.8
	2	เทศบาล	17.7	26.4	14.8	13.3	9.1	81.3
	2	สารภี	31.9	28.8	13.2	18.1	12.5	104.6
	2	ลำพูน	54.9	20.5	14.9	17.6	11.9	119.9
พ.ค.-49	3	ยุพราช	17.3	18.7	6.9	5.7	4.8	53.4
	2	เทศบาล	22.4	22.2	14.7	9.4	6.9	75.6
	2	สารภี	25.2	24.5	6.7	5.4	4.3	66.1
	2	ลำพูน	22.2	17.7	8.2	8.7	5.1	61.8
มิ.ย.-49	1	ยุพราช	26.5	28.4	10.3	4.6	6.4	76.2
	2	เทศบาล	18.8	18.5	7.1	3.6	4.4	52.4
	2	สารภี	19.3	19.1	6.2	4.8	4.5	54.0
	2	ลำพูน	19.3	15.9	7.1	4.1	3.5	49.9

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางแสดงปริมาณฝุ่นรายฤดูขนาดต่าง ๆ ที่สถานีเก็บอากาศโรงเรียนยุพราช

รร. ยุพราช	PM>10	PM2.5-10	PM1.0-2.5	PM0.5-1.0	PM0.1-0.5	total	PM10	PM2.5
20/6/2005	26.2	21.3	9.46	5.86	4.3	67.12	40.92	19.62
5/7/2005	26.1	24.6	9.75	2.82	4.06	67.33	41.23	16.63
20/7/2005	16.2	15.6	5.9	4.17	4.07	45.94	29.74	14.14
4/8/2005	16.77	18.56	9.72	5.77	4.22	55.04	38.27	19.71
19/8/2005	31.92	29.78	12.53	8.16	6.55	88.94	57.02	27.24
3/9/2005	20.58	18.04	9.38	7.08	4.65	59.73	39.15	21.11
18/9/2005	16.8	14.92	7.56	5.85	4.58	49.71	32.91	17.99
15/6/2006	26.46	28.4	10.28	4.58	6.43	76.15	49.69	21.29
ฤดูฝน	22.63	21.4	9.32	5.54	4.86	63.75	41.12	19.72
.3/10/2005	28.15	25.22	9.48	6.53	3.93	73.31	45.16	19.94
18/10/2005	17.88	24.32	17.91	13.06	7.23	80.4	62.52	38.2
2/11/2005	30.54	31.49	9.66	7.22	4.71	83.62	53.08	21.59
17/11/2005	46.38	24.47	14.56	12.43	7.72	105.56	59.18	34.71
transition1	30.74	26.38	12.9	9.81	5.9	85.72	54.99	28.61
2/12/2005	32.55	29.1	15.88	10.15	11.16	98.84	66.29	37.19
17/12/2005	38.91	19.57	16.49	12.17	5.4	92.54	53.63	34.06
1/1/2006	10.91	13.68	6.19	6.74	5.16	42.68	31.77	18.09
16/1/2006	28.32	35.33	14.78	15.35	13.92	107.7	79.38	44.05
31/1/2006	41.32	5.03	17.61	21.65	14.26	99.87	58.55	53.52
15/2/2006	46.78	27.04	17.18	17.97	12.98	121.95	75.17	48.13
2/3/2006	34.88	47.65	16.32	23.04	17.4	139.29	104.41	56.76
17/3/2006	26.36	33.01	26.04	32.49	22.95	140.85	114.49	81.48
ฤดูร้อน	32.5	26.3	16.31	17.45	12.9	105.47	72.96	46.66
1/4/2006	24.91	32.69	18.67	25.23	17.14	118.64	93.73	61.04
16/4/2006	16.36	10.55	5.63	6.31	4.13	42.98	26.62	16.07
1/5/2006	18.18	18.41	7.88	6.89	5.47	56.83	38.65	20.24
16/5/2006	13.25	15.51	8.02	6.25	4.1	47.13	33.88	18.37
31/5/2006	20.52	22.27	4.93	3.85	4.74	56.31	35.79	13.52
transition2	18.64	19.89	9.03	9.71	7.12	64.38	45.73	25.85
ค่าเฉลี่ยรายปี	26.29	23.46	12.07	10.86	8.05	80.74	54.45	30.99

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางแสดงปริมาณฝุ่นรายฤดูขนาดต่าง ๆ ที่สถานีเก็บอากาศโรงพยาบาลเทศบาล

รร. เทศบาล	PM>10	PM2.5-10	PM1.0-2.5	PM0.5-1.0	PM0.1-0.5	total	PM10	PM2.5
23/6/2005	25.3	18.45	6	4.06	3.81	57.62	32.32	13.87
8/7/2005	26.64	14.96	7.31	4.16	4.95	58.02	31.38	16.42
23/7/2005	19.93	16.41	6.58	4.29	3.59	50.8	30.87	14.46
7/8/2005	18.68	21.64	10.55	6.02	4.84	61.73	43.05	21.41
22/8/2006	72.57	66.94	23.42	11.31	8.13	182.37	109.8	42.86
6/9/2005	24.44	23.14	14.34	12.44	5.59	79.95	55.51	32.37
21/9/2005	18.11	21.74	9.21	6.38	5.71	61.15	43.04	21.3
3/6/2006	17.4	19.35	3.34	3.56	3.83	47.48	30.08	10.73
18/6/2006	20.18	17.65	10.78	3.64	4.98	57.23	37.05	19.4
ฤดูฝน	27.03	24.48	10.71	6.21	5.05	72.93	45.9	21.42
6/10/2005	46.48	44.39	21.13	14.25	7.77	134.02	87.54	43.15
21/10/2005	31.61	28.94	22.31	13.48	5.77	102.11	70.5	41.56
5/11/2005	46.61	31.12	12.34	13.47	9.06	112.6	65.99	34.87
20/11/2005	24.14	18.95	9.14	11.18	5.29	68.7	44.56	25.61
transition1	37.21	30.85	16.23	13.1	6.97	104.36	67.15	36.3
5/12/2005	19.17	15.63	10.79	9.1	6.71	61.4	42.23	26.6
20/12/2005	24.25	23.07	28.83	21.21	13.51	110.87	86.62	63.55
4/1/2006	25.54	29.46	10.42	8.85	8.72	82.99	57.45	27.99
19/1/2006	26.85	37.35	16.23	16.22	12.6	109.25	82.4	45.05
3/2/2006	33.86	31.68	13.05	14.72	10.87	104.18	70.32	38.64
18/2/2006	28.89	24.53	13.84	6.78	10.76	84.8	55.91	31.38
5/3/2006	25.69	31.64	18.37	20.28	13.82	109.8	84.11	52.47
20/3/2006	38.84	40.09	30.47	33.69	21.64	164.73	125.89	85.8
ฤดูร้อน	27.89	29.18	17.75	16.36	12.33	103.5	75.62	46.44
4/4/2006	24.41	39.22	22.1	20.02	13.07	118.82	94.41	55.19
19/4/2006	10.92	13.65	7.47	6.53	5.13	43.7	32.78	19.13
4/5/2006	25.24	20.77	13.77	7.67	7.33	74.78	49.54	28.77
19/5/2006	19.53	23.59	15.64	11.2	6.48	76.44	56.91	33.32
transition2	20.03	24.31	14.75	11.36	8	78.44	58.41	34.1
ค่าเฉลี่ยรายปี	27.81	26.97	14.3	11.38	8.16	88.62	60.81	33.84

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางแสดงปริมาณฝุ่นรายฤดูขนาดต่าง ๆ ที่สถานีเก็บอากาศที่ว่าการอำเภอสารภี

อ. สารภี	PM>10	PM2.5-10	PM1.0-2.5	PM0.5-1.0	PM0.1-0.5	total	PM10	PM2.5
26/6/2005	21.63	14.8	8.06	5.69	4.58	54.76	33.13	18.33
11/7/2005	25.57	27.43	13.59	17.6	7.63	91.82	66.25	38.82
26/7/2005	19.41	20.52	10.3	7.41	5.08	62.72	43.31	22.79
10/8/2005	19.62	17.28	8.94	7.58	6.02	59.44	39.82	22.54
25/8/2005	18.73	15.47	8.92	6.26	4.17	53.55	34.82	19.35
9/9/2005	11.26	10.45	9.75	6.33	4.18	41.97	30.71	20.26
24/9/2005	18.94	16.1	7	6.55	4.56	53.15	34.21	18.11
6/6/2006	23.48	17.69	6.81	4.48	4.49	56.95	33.47	15.78
21/6/2006	15.16	20.53	5.66	5.16	4.49	51	35.84	15.31
ฤดูฝน	19.31	17.81	8.78	7.45	5.02	58.37	39.06	21.25
9/10/2005	16.7	36.72	15.18	10.77	5.39	84.76	68.06	31.34
24/10/2005	22.47	22.7	26.1	14.7	7.2	93.17	70.7	48
8/11/2005	37.1	33	13.68	13.1	8.86	105.74	68.64	35.64
23/11/2005	31.35	20.58	19.91	17.92	11.2	100.96	69.61	49.03
transition1	26.91	28.25	18.72	14.12	8.16	96.16	69.25	41
8/12/2005	39.19	35.02	19.33	18.69	12.8	125.03	85.84	50.82
23/12/2005	20.09	21.24	32.07	23.69	12.5	109.59	89.5	68.26
7/1/2006	37.56	34.53	17.49	20.24	15.1	124.92	87.36	52.83
22/1/2006	30.83	31.84	24.18	21.4	15.52	123.77	92.94	61.1
6/2/2006	33.22	33.92	16	21.96	14.27	119.37	86.15	52.23
21/2/2006	30.29	26.85	13.72	11.74	12.11	94.71	64.42	37.57
8/3/2006	40.14	39.77	28.61	29.59	23.7	161.81	121.67	81.9
23/3/2006	57.59	52.5	46.27	52.23	37.32	245.91	188.32	135.82
ฤดูร้อน	36.11	34.46	24.71	24.94	17.92	138.14	102.03	67.57
7/4/2006	43.52	36.14	18.12	27.5	18.31	143.59	100.07	63.93
22/4/2006	20.32	21.43	8.36	8.78	6.62	65.51	45.19	23.76
7/5/2006	26.05	26.25	8.25	6.95	5.44	72.94	46.89	20.64
22/5/2006	24.34	22.8	5.15	3.84	3.19	59.32	34.98	12.18
transition2	28.56	26.66	9.97	11.77	8.39	85.34	56.78	30.13
ค่าเฉลี่ยรายปี	27.38	26.22	15.66	14.81	10.19	94.26	66.88	40.65

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางแสดงปริมาณฝุ่นรายฤดูขนาดต่าง ๆ ที่สถานีเก็บอากาศจังหวัดลำพูน

จ. ลำพูน	PM>10	PM2.5-10	PM1.0-2.5	PM0.5-1.0	PM0.1-0.5	total	PM10	PM2.5
29/6/2005	34.13	21.63	11.79	7.74	5.21	80.5	46.37	24.74
14/7/2005	7.06	2.02	6.72	6.92	4.3	27.02	19.96	17.94
29/7/2005	16.92	11.3	7.42	6.11	4.14	45.89	28.97	17.67
13/8/2005	5.31	7.13	6.22	4.47	2.64	25.77	20.46	13.33
18/8/2005	15.22	14.52	11.15	9.23	5.64	55.76	40.54	26.02
13/9/2005	15.8	12.28	7.61	9.1	4.6	49.39	33.59	21.31
27/9/2005	15.46	14.35	10.82	9.89	5.94	56.46	41	26.65
9/6/2006	20.36	17.95	11.57	4.77	3.58	58.23	37.87	19.92
24/6/2006	18.15	13.75	2.7	3.47	3.5	41.57	23.42	9.67
ฤดูฝน	16.49	12.77	8.44	6.86	4.39	48.95	32.46	19.69
12/10/2005	33.87	26.58	23.16	15.23	7.97	106.81	72.94	46.36
27/10/2005	21.99	18.34	19.26	18.41	10.3	88.3	66.31	47.97
11/11/2005	27.65	18.55	7.53	6.98	4.91	65.62	37.97	19.42
26/11/2005	15.82	16.46	19.6	18.5	10.3	80.68	64.86	48.4
transition1	24.83	19.98	17.39	14.78	8.37	85.35	60.52	40.54
11/12/2005	22.61	18.36	11.91	12.66	3.64	69.18	46.57	28.21
26/12/2005	16.87	20.65	40.22	19.72	11.6	109.06	92.19	71.54
10/1/2006	24.25	27.29	17.34	27.28	16.6	112.76	88.51	61.22
25/1/2006	36.76	35.98	32.73	29.52	17.9	152.89	116.13	80.15
9/2/2006	43.15	35.45	29.85	26.74	15.91	151.1	107.95	72.5
24/2/2006	39.41	36.13	18.9	21.89	16.56	132.89	93.48	57.35
11/3/2006	30.19	31.76	31.49	37	22.03	152.47	122.28	90.52
26/3/2006	31.5	36.83	28.34	31.17	21.27	149.11	117.61	80.78
ฤดูร้อน	30.59	30.31	26.35	25.75	15.69	128.68	98.09	67.78
10/4/2006	27.25	30.33	23.83	28.69	19.61	129.71	102.46	72.13
25/4/2006	82.57	10.69	5.94	6.56	4.27	110.03	27.46	16.77
10/5/2006	15.67	10.81	6.21	5.48	3.87	42.04	26.37	15.56
25/5/2006	28.76	24.49	10.14	11.84	6.28	81.51	52.75	28.26
transition2	38.56	19.08	11.53	13.14	8.51	90.82	52.26	33.18
ค่าเฉลี่ยรายปี	25.87	20.55	16.1	15.17	9.3	86.99	61.12	40.58

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ฐ

ข้อมูลการเสนอผลการวิจัยในที่ประชุมต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Research Center for Environmental and Hazardous Substance Management
Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering,
Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand, 40002.
Tel/Fax: +66 43-202372 Email: ehsm@kku.ac.th

Dear Khajornsak Sopajaree and Narumon Tiangviriya

It is a pleasure to inform that the article entitled "**Physical and Chemical Characteristics of Particulate Matters at various sizes in Chiang Mai ambient air**", has been accepted to be participated and presented in the International Conference in Asian-Pacific Regional Conference on Practical Environmental Technologies (APRC 2007) which will be held at Sofitel Raja Orchid Hotel, Khon Kaen, Thailand, during August 1-2, 2007.

Please, submit your full paper (not over 8 pages of A4) to ehsm@kku.ac.th by June 20, 2007. Please see more details for full paper format as attached file or at http://envi02.en.kku.ac.th/aprc2007/. In addition, please correct your abstract as recommendation in the guideline (also attached herein).

If you have any questions, please contact us without hesitation.

Sincerely yours,

W. Wirojanagud

Assoc.Prof.Wanpen Wirojanagud
Director of Research Center for Environmental
and Hazardous Substance Management

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Physical and Chemical Characteristics of Particulate Matters at Various Sizes in Chiang Mai Ambient Air

Khajornsak Sopajaree[1*] and Narumon Tiangviriya[2]

[1*] *Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200 Thailand*

[2] *National Research Center for Environmental and Hazardous Waste Management, Graduate School, Chulalongkorn University, Bangkok 13300, Thailand*

(pompoon@eng.cmu.ac.th)*

Abstract

Particulate Matter samples of Chiang Mai ambient air were collected from three sampling sites (site 1: Yuparaj School, site 2: municipality hospital and site 3: the district office of Sarapee), and fractionated into five size fractions (PM>10, $PM_{2.5-10}$, $PM_{1.0-2.5}$, $PM_{0.5-1.0}$ and $PM_{0.1-0.5}$ μm) with a high volume cascade impactor during mid-June 2005 to January 2006. The quantity and size distribution of the samples were investigated by gravimetric method using analytical balance. Ions (Na^+, NH_4^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-} and PO_4^{3-}) and metals (Al, B, Ba, Ca, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Pb, Sr, Ti and Zn) were chemical compositions of the samples which have been analyzed. The average 24-hr PM_{10} concentrations during the sampling period at the sampling site 1, 2and 3 were 29.74-79.38(48.68), 30.87-109.81(58.88) and 30.71-92.94(60.99) μg/m^3, respectively. In addition, the average 24-hr $PM_{2.5}$ concentrations were 14.14-44.05(25.62), 13.87-63.55(31.40) and 18.11-68.26(37.15) μg/m^3, respectively. It was noted that $PM_{2.5}$ concentrations at sampling site 3 exceeded the standard daily average $PM_{2.5}$ of US.EPA. Metal components were highly found in coarse particle ($PM_{2.5-10}$) than in fine particle ($PM_{0.1-2.5}$). The portion of PM>10:$PM_{2.5-10}$:$PM_{0.1-2.5}$ was 36:44:20. Conversely, ions were found in fine particle more than in coarse particle. The portion of PM>10:$PM_{2.5-10}$:$PM_{0.1-2.5}$ was 18:28:54 and 26:15:59 for anions and cations, respectively. The dominant compositions in PM observed in this study were Ca, Al, Fe, Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-}, NH_4^+ and K^+. The concentrations of PM during dry season were higher than the concentrations collected in wet season for all size fractions.

Keywords: Particulate Matter; Ambient Air; High Volume Cascade Impactor, chemical compositions

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Introduction

Airborne particles associated problems, such as health problems (e.g. morbidity, respiratory symptoms, lung growth and function of immune system) and haze problems are typical environmental issue in urban cities. Chiang Mai, the second largest city of Thailand, is one of the cities that facing this airborne particles problem, especially in the dry season (November to March). The chemical compositions and rate of deposition of these particles are varying significantly with the size of particles. Also different aerosol emission sources tend to have different aerosol mass size ranges (Chan, et al., 1999). Moreover, size characteristic of each size-fractioned and the elemental constituents with particulate matters (PM) (Becker, 2005) may in part account for the seasonal variations in PM. Therefore, detailed information on the chemical composition of airborne particles in different size ranges is essential for societal health and environmental assessment, as well as the source identification and apportionment of these particles.

Researches revealed that the relationship between the numbers of respiratory related hospital admissions in Chiang Mai has significantly increased with the increasing the concentration of particulate matters in ambient air. In addition, there is some research suggested that ultrafine particles are more toxic than coarse particles because of the large surface area available for biological interactions with lung cells (fine particles can penetrate deep into the lungs). The smaller particulate matter has more potential to penetrate to the lung than the larger one. Also the effect of the physicochemical characteristics of coarse and fine particles on mortality and other outcomes need to be examined separately. In order to mitigate these problems, the size-fractioned of particulate matters and chemical compositions at various sizes in Chiang Mai ambient air has been investigated. Thus, two main objectives of this research are as follows:
1. To investigate the physical and chemical characteristics of particulate matter at various particulate size-ranges in Chiang Mai ambient air.
2. To study the effects of the sampling sites and time elements on the physical and chemical characteristics of particulate matter at various sizes.

Materials and Methods

Sampling Sites

The investigation concentrated on 3 sampling sites which were based on the communities' activities and medical record on existed respiratory diseases. The studies of sampling sites were: 1) : Yuparaj School. This site is in the middle of Chiang Mai city. It includes residential area and education institutions. 2) Site 2: Municipality Hospital. This area is in downtown of Chiang Mai which including the biggest market (Varorod Market), the municipality hospital, school, commercial area (Night Bazaar) and Tapae road (the road is fixed and reconstructed all the whole year). This area is also used as the place for holding the festival from time to time. 3) Site 3: City Hall of Sarapee. This site is on a district area, surrounding with residential area and governments buildings. Figure 1 illustrates the location of the sampling sites. The important issue about the outside of the city is that farmers always burn dry-grass and this effects air pollution.

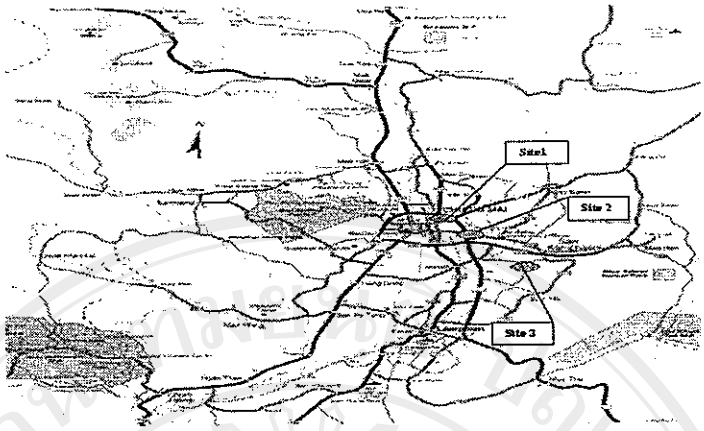


Figure 1 Map of Sampling Sites in this study

Air Sampling

In this study, High Volume Cascade Impactor (HVCI) that utilizes Poly Urethane Foam (PUF) as the collection medium was used as an air sampler. This impactor consisted of five stages with the decreasing cut-point size of 10 micrometer, 2.5, 1.0, 0.5 and 0.1, respectively. There are three sizes of PUF substrates which are named as the followings: the largest size was P1, the medium was P2 and the smallest was P3. Table 1 shows PUF volume and dimensions. The different sizes of PUF used in the experiment and the Cadcade Impactor set-up are shown in Figure 2.

Table 1 PUF name, stage it was used in HVCI and its size

Stage	Name	Size		Normalized Volume and surface area
		Inside diameter	Outside diameter	
1. PM-10	P1	3.5 inches	6.5 inches	6
2. PM-2.5	P2	4.5 inch	5.5 inches	2
3. PM-1.0 4. PM-0.5 5. PM-0.1	P3	4.75 inches	5.25 inches	1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

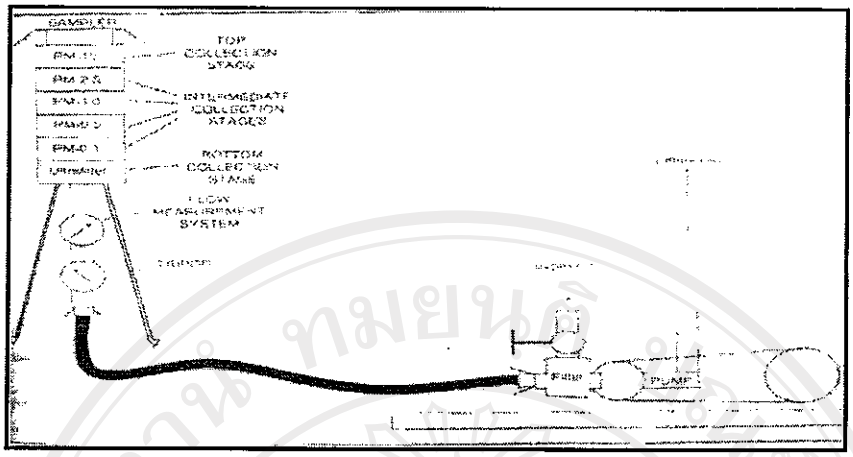


Figure 2 Different sizes of PUF and configuration of the cascade impactor set-up (Chem Vol sampler)

The samples were taken for 24 hours every 15 days randomly during mid-June 2005 to January 2006 with an appropriate recognition of seasonal changes: the wet season (mid-June 2005-October2005), and the dry season (November 2005-January 2006).

Analysis of physical and chemical characteristics of particulate matters on various size-ranges

The particulate matters had been collected by a High Volume Cascade Impactor (HVCI, Chemvol model 2400; Rupprecht & Patashnick Co.,Inc.), which is normally operated at 760±40 liter/minute. The device is designed for separating the particulate matters into 5 size-ranges; the first stage, on the top of the device, is used for separating the particulate matters larger than 10 micron, and the following stages are used for separating the particulate matters larger than 2.5, 1.0, 0.5 and 0.1 micron respectively. HVCI was installed near the road-side in all sites. The particulate matters had then been measured for the mass concentration by the gravimetric method. Particulate matters were extracted from the media for further analysis of metals by ICP (Inductively Coupled Plasma) and ions by IC (Ion Chromatography). Moreover, all data was statistically analyzed to find the size-fractions, the relationships between the mass concentration and compositions of particulate matters associated with sampling sites and duration.

Results and Discussion

Concentration of particulate matters at various sizes in Chiang Mai compared by site of collection and element of time

Figure 3 presents the % portion of particulate matters from the three selected sampling sites. The portion in Site 1 and Site 2 is not much different but it can be seen that the portion of Site 3 is different from those two former sites. The coarse particle was found in site1 and site 2 more than in Site 3 at the value of 66%, 64% and 57% for Site1, 2 and 3 respectively. Conversely, in Site 3, fine particle was more found in this site. This can be explained that in Site 1 and Site 2 the main activities are transportation and construction then, the motor vehicles and construction should be a major source of these areas. At site 3, which is outside

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

the city, the main activity is agriculture. Then the problems should come from the farm, which has problem about open-burning. This might be the major source of air particulate matters in this area.

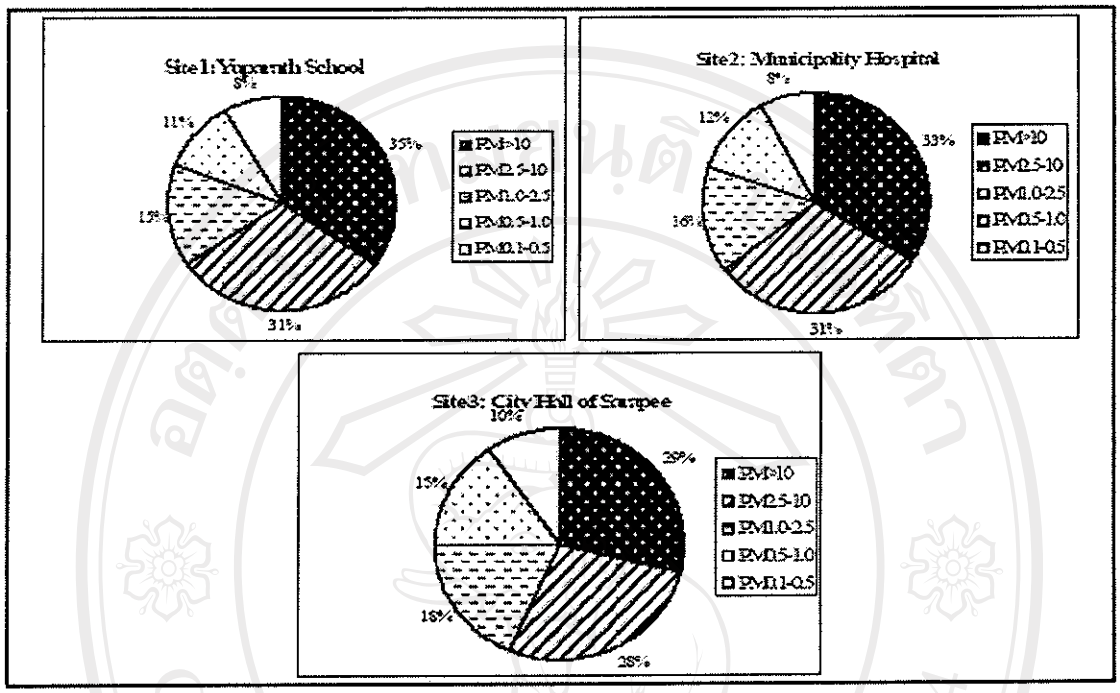
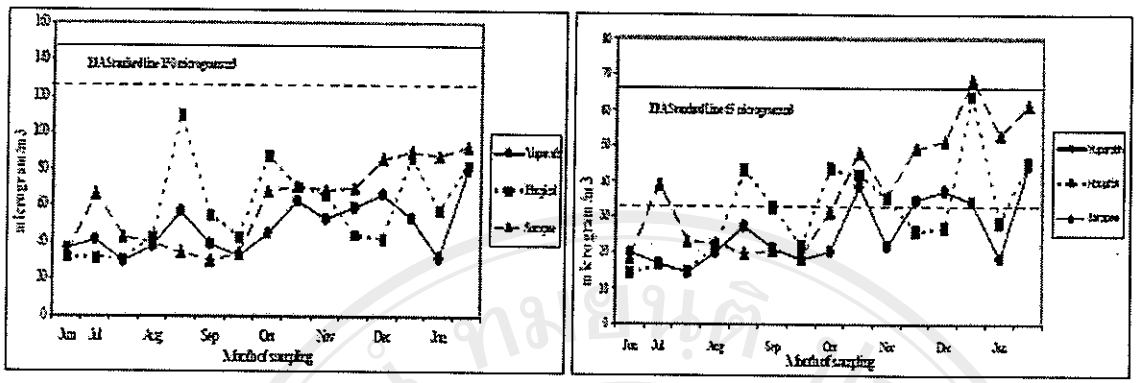


Figure 3 The average of portion (%) of particulate matters of three sites during mid-June 2005-January 2006

US-EPA ambient air standard for 24 hour-period average of PM10 and PM2.5 are 150 $\mu g/m^3$ and 35 $\mu g/m^3$, whereas the PM10 Thailand ambient air Standard is 120 $\mu g/m^3$. The results revealed that since mid-June 2005 until January 2006 the amount of PM10 for all sampling sites was not over than the standard of US-EPA and Thailand, but the amount of $PM_{2.5}$ of all sampling sites was larger than the standard of US-EPA, especially during the dry season as shown in Figure 4.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



(a) (b)

Figure 4 (a) The amount of PM10 from 3 sites during mid-June until January
(b) The amount of PM2.5 from 3 sites during mid-June until January

The seasonal PM variations for each size range are shown in Figure 5. It was noted that the median concentrations of all sizes of PM was higher in the dry season than in the wet season. The range of PM concentrations in the dry season was also wider than that of the wet season. The lower bar and upper bar shows the first and third quartiles concentrations, respectively. The box-width presents 50% concentration of all the data.

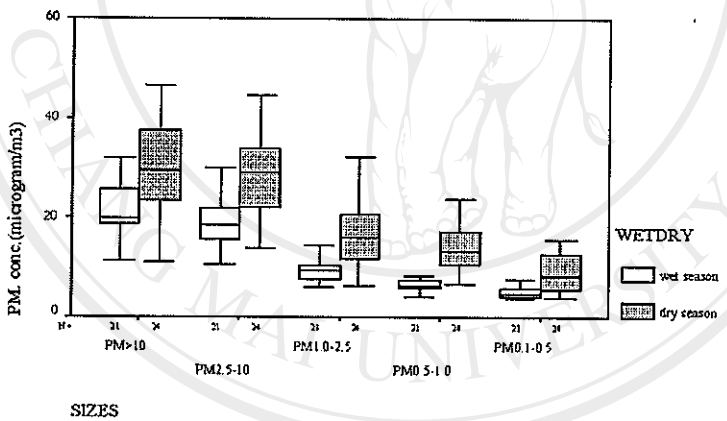


Figure 5 Seasonal PM variations (June 2005- Jan.2006) at sampling sites in Chiang Mai

It can be concluded that the daily average concentrations of PM during the dry period were higher than those of the wet period for all the size fractions. The proportion of particle sizes less than 10 μm increased during the dry season also.

These results might have been affected by the seasonal changes. During the wet season, the PM concentrations might have been affected by the rain because rain has the potential to remove the PM in the ambient air; this is also known as "wash out." During the dry season, which has little rain, the coarse particles could restrict themselves through the sedimentation process since they are higher in mass than the fine particles. The fine particles need the process of diffusion and coagulation to agglomerate the particle prior to sedimentation therefore fine particles can exist in the air longer than coarse particles and accumulate in the air daily.

Chemical characteristics of particulate matters at various sizes in Chiang Mai

Ion Concentration

Figure 6 shows the size-fractionated of anion and cation concentrations (mg/g) which were found in PM at the sampling sites. The highest concentration of the daily average for anions was contained on 2.5-10 μm PM size-range (coarse PM), but the same PM fraction also contained the lowest daily average concentration of cations. The figure also shows that more anions were found in PM than cations. It can be noticed that different particle sizes contained the different kinds of ions and also different concentrations.

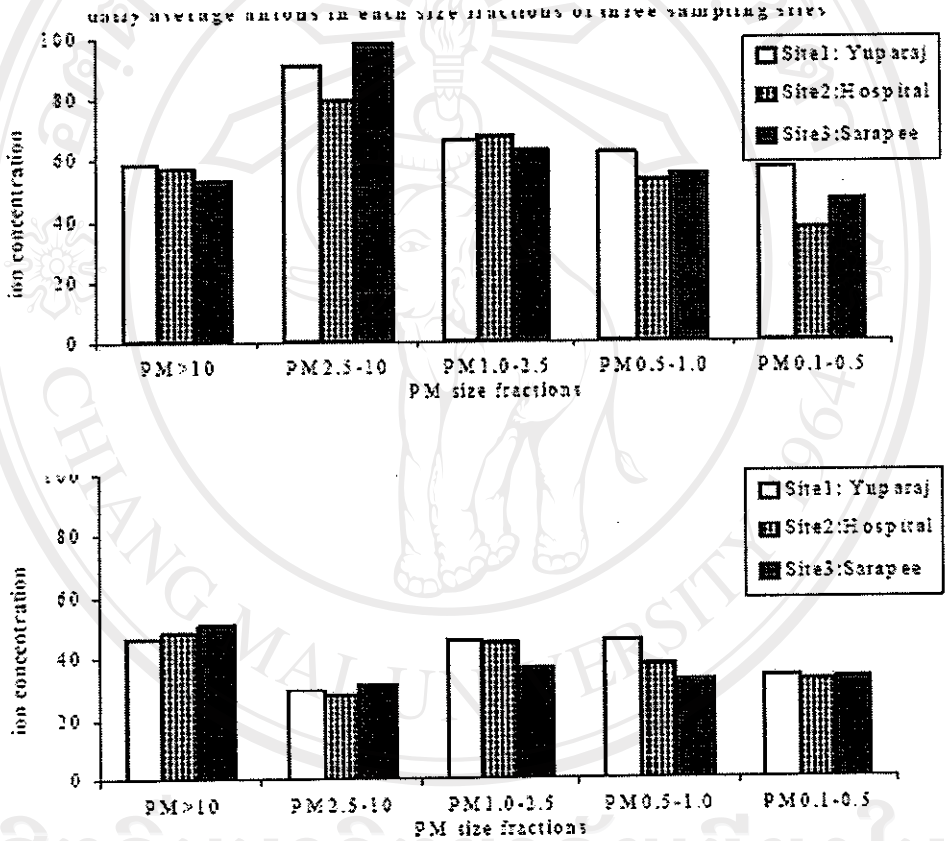


Figure 6 Size-fractionated ion concentrations (mg.ion/g.PM) at the three sampling sites in Chiang Mai across the study period.

Summed of cations at all sties had a relationship to the fractioned-size of the PM as shown in Figure 7. It can be seen that about 15% of cations were found in coarse PM and 59 % in fine PM. Cation compound concentrations in fine PM were found to decrease with the decreasing sizes of the PM as shown. Thus, it can be concluded that the average amount of cations in the fine PM was much more than in the coarse PM.

In addition, 26% of the cations was found with particles larger than 10 micrometer while it was only 18% of the anions was found with PM>10 μm. This may be the result of the size of the ions. Cations are larger in diameter than anions; consequently, it might have attached with more of the larger particles as compared to the anions. In addition, as far as the ions attaching

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

with $PM_{2.5}$ was concerned, 82% and 74% of anion and cation, respectively, were found in this size fractions. This could be used to explain about "acid rain". Since anions such as nitrite, nitrate and sulfate have the quality of acid and when they appear in high quantities in the air it can cause the acid rain.

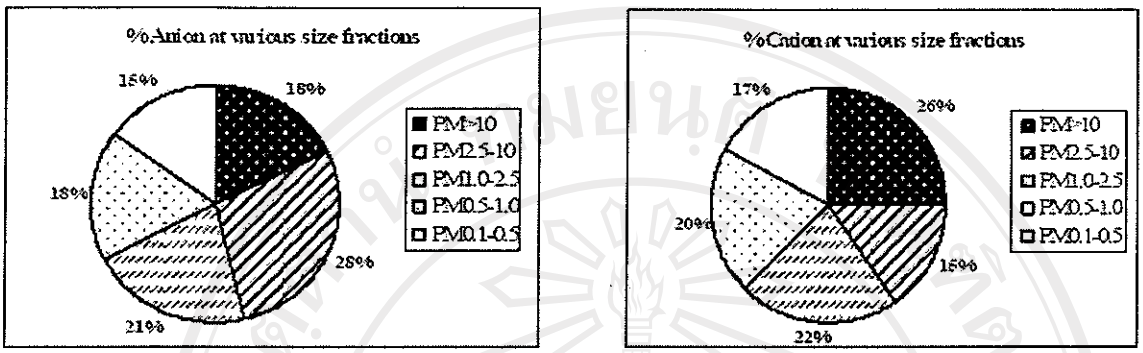


Figure 7 Summed daily anion and cation concentrations at the various size fractions (mg/g) during the study period

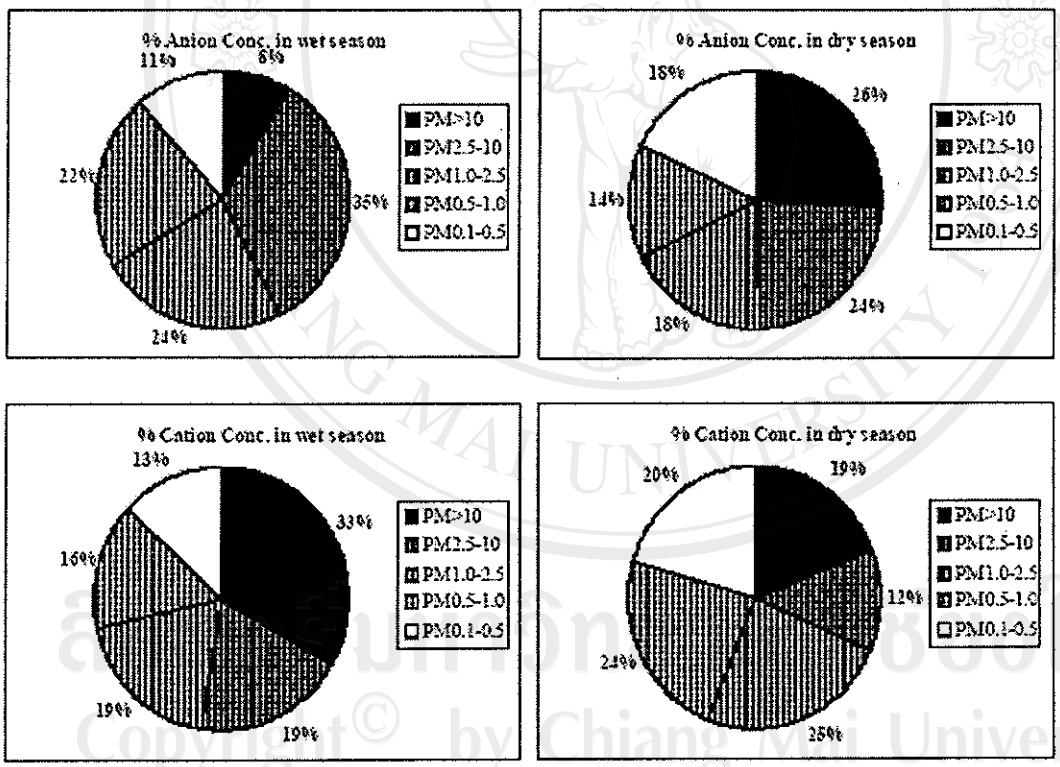


Figure 8 Proportion (%) of summed anion concentrations (mg/g) during the wet season and dry season

Figure 8 shows that anions were more often found in larger-size fractions (PM>2.5 μm) during the dry season but found in smaller-size fractions ($PM_{0.1\text{-}2.5}$) during the wet season. In additional, the cations were found in larger-size fractions (PM>2.5 μm) during the wet season

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

but found in smaller-size fractions ($PM_{0.1\text{-}2.5}$) during the dry season. Seasonal variations had different effects to different kinds of ions. In the dry season, there are more anion pollutants in the larger-size fractions and more cation pollutants in the smaller-size fractions. The ions concentrations contained in SFPM (summed fractions of PM) during the wet and dry seasons are depicted on table 3.

Table 3 Statistical summary of ion concentrations contained in SFPM during the wet and dry seasons in Chiang Mai (The average concentration ± Standard Deviation (SD) mg/g)

Chemical Compositions	Sampling Sites					
	Yuparaj		Hospital		Sarapee	
	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry
SFPM ($\mu g/m^3$)						
Cl^-	61.97±14.39	85.58±21.16	78.80±46.54	97.74±24.62	59.63±15.60	79.08±10.73
NO_3^-	68.69±61.21	190.67±216.53	84.75±64.99	113.47±78.62	135.02±103.92	135.31±115.06
SO_4^{2-}	126.49±41.32	118.69±71.17	118.92±26.78	125.94±50.30	101.33±16.96	104.14±58.52
PO_4^{3-}	100.60±32.99	60.98±29.93	85.88±27.22	61.75±55.56	124.78±45.49	36.95±28.61
Na^+	0.69±0.68	0.92±1.14	0.59±1.01	0.67±0.84	1.78±1.65	0.82±0.83
NH_4^+	13.63±5.03 13.70±15.09	10.76±8.90	14.02±8.70	10.31±13.82	18.34±11.61	8.23±5.13
K^+	31.36±8.28	46.84±29.96	12.35±17.37	54.74±40.42	7.64±9.75	53.68±41.50
Mg^{2+}	1.72±1.61	78.05±74.38	33.27±14.13	49.73±15.34	43.34±15.95	47.20±9.05
Ca^{2+}	109.42±76.97	1.25±0.99	1.72±1.29	1.18±1.03	2.61±2.08	1.60±1.15
No .of sample	21	92.07±26.16	102.30±78.42	98.67±18.32	108.95±82.16	76.20±12.60
		24	21	24	21	24

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

According to Table 3, the SFPM of all the sampling sites was higher during the dry season

than in the wet season. Cl^- NH_4^+ and K^+ increased during the dry season, especially NH_4^+ which was much higher than in the wet period. However, some ions decreased such as SO_4^{2-} Na^+ Mg^{2+} and $Ca2^+$ especially SO_4^{2-} which decreased a lot during the dry period. In addition, it also can be noticed that Cl^- concentrations at Yuparaj School and municipality hospital sharply decreased during the dry season compared with that of the wet season. Sarapee's site concentration did not differ during the two seasons. This difference in the sites might be due to the effects of the constructions (building and road) that were taking place near sites 1 and 2.
Metals Concentrations

Some samples from the field were chosen for investigation for their metal compositions at the various size fractions. During the wet season, the highest concentration of PM from each sampling sites were chosen for investigation. During the dry season, all samples were analyzed. A 22 metal mixed-standard was used to identify and quantify the metals. The mixed-standard contained Ag, Al, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, In, K, Li, Mg, Mn, Na, Pb, Sr, Ti and Zn. This data only contains the metals that could be detected by the ICP device. In this study, 14 metals were detected by the device: Al, B, Ba, Ca, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Pb, Sr, Ti and Zn.

The statistical summary of the daily summed metal concentrations is shown in Table 4 in the same manner of the ion analysis, as unit of milligram of metal per 1 gram of PM. It can be seen that most of the metal's maximum values were found in $PM_{2.5\text{-}10}$ at the three sampling sites: 165.11 mg/g, 170.49 mg/g and 135.04 mg/g for Yuparaj School, municipality hospital and district office of Sarapee, respectively.

Metal concentrations in fraction size 1 and size 2 were relatively similar and for fine PM (particles in fraction sizes 3, 4 and 5), the concentration of the metals was relatively low, as shown in table 4. The standard variation of sampling site 2 varied more than the other sites and this site also had the highest metal concentrations for all particle sizes. This might have been due to the high level of activity near the sampling site; for example the Municipality Hospital is located downtown where there are many kinds of activities that can generate PM and lead to no significances difference in the pollutant concentrations among the different size fractions.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 4 Statistical summary of summed daily metal concentrations at the various size fractions (mg.metal/g.PM) during the study

		Site1: Yuparaj	Site2: Hospital	Site 3:Sarapee
Size 1 (PM>10)	Mean	113.64	147.59	118.23
	STDEV.	45.60	68.73	49.70
	Maximum	187.50	208.04	192.22
	Minimum	37.97	29.82	48.15
Size 2 ($PM_{2.5-10}$)	Mean	165.11	170.49	135.04
	STDEV.	37.17	58.12	35.05
	Maximum	229.13	259.88	182.09
	Minimum	101.48	55.53	65.97
Size 3 ($PM_{1.0-2.5}$)	Mean	47.54	53.55	31.22
	STDEV.	19.62	24.40	13.51
	Maximum	85.70	102.74	60.40
	Minimum	25.84	26.50	17.56
Size 4 ($PM_{0.5-1.0}$)	Mean	9.26	12.98	5.38
	STDEV.	5.97	19.20	3.47
	Maximum	22.72	62.75	11.63
	Minimum	4.21	2.69	1.87
Size 5 ($PM_{0.1-0.5}$)	Mean	9.55	16.57	12.68
	STDEV.	10.63	37.46	11.12
	Maximum	35.93	116.09	28.81
	Minimum	1.29	0.26	0.82

Note: the number of sample for metals analysis is 135

Figure 9 presents the percent proportion of summed metals which can be extracted from the PUF collected during dry season. The study found that the summed metals from all of the sampling sites were associated with the size-fractioned samples as shown. 44% of the summed metals were found in coarse particles while only 20% of the summed metals were found in fine particulate matter. 36% were found in particulate size fractions of more than 10 μm.

The study shows that metals mostly attach with the larger sized PM fractions, while ions were mostly found with the smaller sized fractions. The individual daily metal averages of the sampling sites during the dry period are presented in Figure 10. From the figure, it can be seen that Ca was become the most prevalent metal species in the Chiang Mai's ambient air observed in the study. The highest concentration was found at the municipality hospital. This result was the same for Ca^{2+} which was the most dominant cation species and also found in the highest concentration at the municipality hospital. Other dominant metals species which were dominant in Chiang Mai's ambient air were Al, Fe, K, Mg, Na, B and Zn, respectively. Higher concentrations of pollutants were found in town, at sites 1 and 2, than at the Sarapee site.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

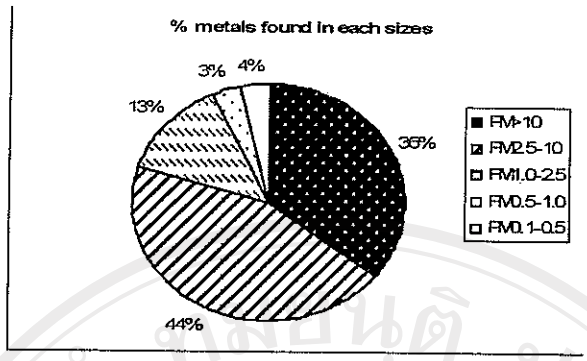


Figure 9 Summed daily metal concentrations at the various size fractions (mg/g) across the dry period

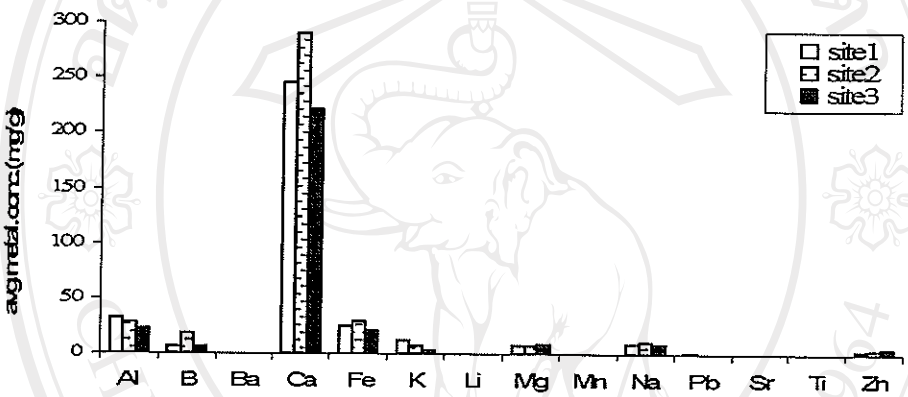


Figure 10 The ambient profiles of the metals at the three sampling sites across the dry period.

Conclusions

All three sampling sites did not exceed the 24-hr NAAQS of the USEPA for PM_{10} (150 $\mu g/m^3$), but the 24-hr NAAQS of the USEPA for $PM_{2.5}$ (35 $\mu g/m^3$) was exceeded at all sampling sites. The PM concentrations of all the sites showed a trend of continual increase from the beginning of the study in June 2005 until its end in January 2006. The proportion of PM in each size range differed depending on the sampling sites. Sampling sites in the city, site1 and site 2, had relatively the same PM size proportions. Of all the PM that had been collected at site 1 and 2, 34 % and 36 % were fine PM (PM in size fractions 0.1-2.5) and 31 % was made of up coarse PM (PM in size fractions 2.5-10) for both sites. In the suburban area, site 3 (district office of Sarapee), there was a higher portion of fine particles. 41% of the PM at site 3 was made up of fine PM and 25% was made up of coarse PM. The $PM_{2.5}$ to PM_{10} ratio of site 1, 2 and 3 equaled to 0.53, 0.53 and 0.61, respectively.

A statistical summary of the dairy average PM at various size-fractions (PM larger than 10 micron, $PM_{2.5\text{-}10}$, $PM_{1.0\text{-}2.5}$, $PM_{0.5\text{-}1.0}$, $PM_{0.1\text{-}0.5}$ micron) from the three sites across the period of

mid-June2005 – January 2006 expressed that the amount of particulate matters in each size-ranges decreases with decreasing the aerodynamic diameter of particulate. Results also demonstrated that the mass concentration of PM in wet season (June-September 2005) was less than in dry season (October 2005-January 2006) in all sampling sites. In addition, the fine/coarse PM portion of Site 1 and Site 2 was insignificantly different, but it can be seen that the fine/coarse PM portion of Site 3 was clearly different from those two sites. The fine particles was found in site3 more than in site 1 and Site 2, which were 43%, 36% and 34% for Site3, 1 and 2, respectively. This may be due to site 3 is on a district area, in which the main activities are traffic, agriculture and business. Nonetheless, there were a large number of opened burning places at site 3. This might be the major cause of high fine/coarse PM portion in this area. In addition, some studies found that site 3 has a large number of existed respiratory patients. Thus, the result might referred that because of there are more amount of fine particulate matters which can be easily to penetrate to the lung then people in this areas have the symptom more than other areas.

Results of the investigation on the compositions of PM including cations, anions and metals at various size-fractions of 3 sampling sites showed that: 1) sum of anions from all sampling sites associated with the size-fractioned samples indicated that 68% of anions were found in the coarse particulate, in which 31% of particulate size fraction of more than 10 μm and 37 % for PM size fraction between 2.5-10 μm. Other fractions, 1.0-2.5, 0.5-1.0 and 0.5-0.1 μm contained 12, 11 and 9% respectively. 2) sum of cations from all sampling sites associated with size-fractioned samples showed that 67% of cations were found in the coarse particle, in which 40 % of size fraction of more than 10 μm and 27% for PM size fraction of 2.5-10 μm. Other fractions, 1.0-2.5, 0.5-1.0 and 0.5-0.1 μm contained 18, 10 and 5% respectively. 3) Cl^-, NO_3^-, Mg^{++} and Ca^{++} were dominantly found in coarse particles, whereas and PO_4^{3-} and NH^{4+} were found in fine particles. 4) 14 metals were detected by ICP-OES in this study including Al, B, Ba, Ca, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Pb, Sr, Ti and Zn. About 89% of metals were found in the coarse particulate (44% for particulate size fraction of more than 10 μm and 45 % for particulate size fraction between 2.5-10 μm). Other fractions, 1.0-2.5, 0.5-1.0 and 0.5-0.1 μm contained metals of 8, 2 and 1% respectively.

References

[1] Becker, S., Dailey, L. A., Soukup, J. M., Grambow, S. C., Devlin, R. B and Huang Yuh-Chin, T. 2005. **Seasonal variations in air pollution particle induced inflammatory mediator release and oxidative stress.** Environmental Health Perspectives 113(8): 1032–1038.

[2] Begum, B. A., Biswas, S. K. and Hopke, P. K. 2006. **Temporal variations and spatial distribution of ambient $PM_{2.5}$ and PM_{10} concentrations in Dhaka, Bangladesh.** Science of the Total Environment 358:36-45.

[3] Cabada, J. C., Rees, S., Takahama, S., Khlystoya, A., Pandis, S. N., Davidson, C. I. and Robinson, A. L. 2004. **Mass size distributions and size resolved chemical composition of fine particulate matter at the Pittsburgh supersite.** Atmospheric Environment 38: 3127-3141.

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

[4] Chan, Y. C., Vowles, P. D., McTainsh, G. H., Simpson, R. W., Cohen, D. D., Bailey, G. M and McOrist, G. D. 1999. **Characterization and source identification of PM10 aerosol samples collected with a high volume cascade impactor in Brisbane (Australia).** The Science of the Total Environment 262: 5-19.

[5] Demokritou, P., Kavouras, I. G., Ferguson, S. T., and Koutrakis, P. 2002. **Development of a high volume cascade impactor for toxicological and chemical characterization studies.** Aerosal Science and Technology 36: 925-933.

[6] Dunbar, C., Kataya, A., and Tiangbe, T. 2005. **Reducing bounce effects in the Anderson cascade impactor.** International journal of Pharmaceutics 301: 25-32.

[7] He, L.-Y., Hu, M., Huang, X.-F., Zhang, Y.-H. and Tang, X.-Y. 2006. **Seasonal pollution characteristics of organic compounds in atmospheric fine particles in Beijing.** Science of the Total Environment 359: 167– 176.

[8] Ilias, G. K. and Koutrakis, P. 2001. **Use of polyurethane foam as the impaction substrate/collection medium in conventional inertial impactors.** Aerosol Science and Technology 34: 46-56.

[9] Kappos, A. D., Bruckmannb, P., Eikmannc, T., Englertd, N., Heinriche, U., HÖppe, P., Kochg, E., Krauseb, G. H., Kreylingh, W. G., Rauchfussb, K., Rombouti, P., Schulz-Klempj, V., Thielk, W. R and Wichmannl, H. E. 2004. **Health effects of particles in ambient air.** International journal of Hygiene and Environmental Health 207: 399-407.

[10] Kouyoumdjian, H. and Saliba, N. A. 2006. **Atmospheric Chemistry and Physics mass concentration and ion composition of coarse and fine particles in an urban area in Beirut: effect of calcium carbonate on the absorption of nitric and sulfuric acids and the depletion of chloride.** Atmospheric Chemistry and Physics 6: 1865–1877.

[11] Maricq, M. M and Xu, N. 2004. **The effective density and fractal dimension of soot particles from premixed flames and motor vehicle exhaust.** Aerosol Science 35: 1251-1274

[12] Namdeo, A. and Bell, M.C. 2004. **Characteristics and health implications of fine and coarse particulates at roadside, urban background and rural sites in UK.** Environment International 31: 565-573.

[13] Pits, M., Kreylingc,W. G., Olscherb, B. H., Cyrys, J., Wichmann and H. E., Heinrich. 2001. **Change of the ambient particle size distribution in East German between 1993-1999.** Atmospheric Environment 35: 4357-4366.

[14] Pollution Control Department. 2006. **National Master Plan for open burning control** [online]. Available from: http:// infofile.pcd.go.th/air/air _openburning .pdf [2006, June10]

[15] Rupprecht&Patashnick Co., Inc. 2003. **Guidance document; Chemvol Model 2400 High Volume Cascade Impactor.** New York. (Mimeographed)

[16] Salma, I., Maenhaut, W., and Záray, G. 2002. **Comparative Study of Elemental Mass size distributions in urban atmospheric aerosol.** Aerosol Science 33: 339-356.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Research Center for Environmental and Hazardous Substance Management
Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering,
Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand, 40002.
Tel/Fax: +66 43-202572 Email: ehsm@kku.ac.th

Dear Petch Pengchai and Khajornsak Sopajaree

It is a pleasure to inform that the article entitled "**Particulate Matter in Chiang Mai and Lumphun Ambient Air**", has been accepted to be participated and presented in the International Conference in Asian-Pacific Regional Conference on Practical Environmental Technologies (APRC 2007) which will be held at Sofitel Raja Orchid Hotel, Khon Kaen, Thailand, during August 1-2, 2007.

Please, submit your full paper (not over 8 pages of A4) to ehsm@kku.ac.th by June 20, 2007. Please see more details for full paper format as attached file or at http://envi02.en.kku.ac.th/aprc2007/. In addition, please correct your abstract as recommendation in the guideline (also attached herein).

If you have any questions, please contact us without hesitation.

Sincerely yours,

W. Wirojanagud

Assoc.Prof.Wanpen Wirojanagud
Director of Research Center for Environmental
and Hazardous Substance Management

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Particulate Matters in Chiang Mai and Lamphun Ambient Air

Petch Pengchai [1] *, Khajornsak Sopajaree [2] and Patiroop Pholchan [3]

[1, 2, 3] *Department of Environmental Engineering/NRC-EHWM, Faculty of Engineering, Chiang Mai University, Thailand*

* (petch@eng.cmu.ac.th)

Abstract

Daily PM10 concentrations were measured by gravimetric method at four sampling stations located in Chiang Mai and Lamphun provinces. The sampling scheme was conducted during June 2005 to June 2006; every three days for twenty-four hours of each sampling time. The result revealed that all stations shared the same pattern, in which the PM10 concentration increased at the beginning of dry season (December) and reached its peak in March before decreased by the end of April. This distinctly high concentration of PM10 in dry season (Dec.2005 – Mar. 2006) was recognized as the unique seasonal pattern for the Northern part of Thailand. On average, PM10 concentrations and the percentages of numbers of days that PM10 concentrations exceeded the 24-hour national standard value at municipality hospital ($45.3 \pm 23.1 \mu g/m^3$, 0.8%) and Lamphun ($46.5 \pm 29.2 \mu g/m^3$, 0.8%) were found to be lower than those at Saraphee ($54.5 \pm 31.5 \mu g/m^3$, 5.6%) and Yuparaj ($52.9 \pm 27.3 \mu g/m^3$, 4.0%). This finding indicated the urgency for the responsible authority in Chiang Mai as well as Lamphun provinces to develop more effective strategy to control the PM10 pollution during dry season, especially that at Saraphee and Yuparaj areas. PM10 concentration had medium level of negative correlation ($r = -0.696$ to -0.635) with visibility data. From this result, the visibility may be used as a possible indicator for the particle pollution-watch system. Comparing the maximum PM10 concentration detected at each sampling station to the permitted PM10 level of the national air quality standard, the warning visibility values for the PM10 pollution-watch system were determined as 10 km for Chiang Mai and 5 km for Lamphun provinces.

Keywords : Air Pollution, PM10, Chiang Mai, Lamphun, Visibility, Dry Season

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Introduction

Chiang Mai, with an altitude of approximately 310 meters above the sea level, is situated approximately 700 kilometers from Bangkok in Chiang Mai-Lamphun intermontaigne basin area. Surrounded by high mountain ranges, the city covers an area of approximately 20,107 square kilometers and is the country's second largest province. Due to its geographical features, Chiang Mai as well as some provinces in the northern part of Thailand has been annually facing air pollution during the dry season. This pollution has been recorded as a serious problem for well over 10 years. Recently, the problem has become worse than ever. During the first two weeks of March 2007, air pollution levels in Chiang Mai and the

surrounding provinces rose steadily above the safety limit and produced yellow-tinged haze that cut visibility down to less than 1000 meters. Respirable particulate matters, having less than 10 microns in diameter (PM10), have reached their peak concentration on March 14th 2007 at 383 $\mu g/m^3$ - three times higher than Thailand's acceptable safety concentration of 120 $\mu g/m^3$. Up to 500,000 people were reported by the Public Health Ministry to be affected by the overconcentrated PM10 this year. Hospitals and clinics across the affected area reported a surge in the number of patients with respiratory problems during the month of March, approximately 20 percent increased from the same period in 2006.

This study was conducted from June 2005 to June 2006, approximately 9 months before the pollution crisis occurred, in order to characterize spatial and seasonal variations of PM10 concentrations in Chiang Mai-Lamphun intermontaigne basin area. The result of this study provides interesting information for solving the air pollution problems in the northern area of Thailand.

Materials and Methods

In this current study, 3 sampling stations located in Chiang Mai province :1) Yuparaj School, 2) Municipality Hospital, 3) Saraphee District and 1 sampling station in Lamphun province, Kai Kaew Community, were selected (details shown in Table 1 and Figure 1).

PM10 samples were collected every 3 days for 24 h of each sampling time using a High Volume PM10 Air Sampler (Wedding&Associates Inc., USA). The sampling campaign was simultaneously started at 10:00am for all 4 sampling sites. Particulate was collected by the Gravimetric Method, in which the surrounding air was sucked through the sampler using the air pump at the flow rate of 1130 l/min. PM10 in the air was trapped onto the paper filter and its amounts were weighed using the 5 digits scale balance (Mettler Toledo (USA) AG285) covered by the temperature and humidity controlling cabinet (DE-300). Particulate concentrations were then determined using the calculated particulate amounts and air flow rate recorded during the sampling time.

Table 1 Information of sampling stations

Stations	Health risk	Activities generating particulate
Municipality Hospital Warorot Market, Muang, Chiang Mai (Latitude 18° 47′ 25″ N, Longitude 98° 59′ 18″ E)	Reports of particulate concentrations exceed the standard throughout a year [1]	Dense and populated commercial area

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 1 Information of sampling stations (cont.)

Stations	Health risk	Activities generating particulate
Saraphee District, Chiang Mai (Latitude 18° 47′ 46″ N, Longitude 99° 02′ 11″ E)	Reports of people suffering from the respiratory disease [1]	Government buildings and Dense traffic countryside area
Yuparaj School, Muang, Chiang Mai (Latitude 18° 47′ 27″ N, Longitude 98° 59′ 18″ E)	No information	Residential area, Government buildings, Dense traffic area at the centre of Chiang Mai
Kai Kaew Community, Muang, Lamphun (Latitude 18° 35′ 23″ N, Longitude 99° 00′ 52″ E)	No information	Residential area, Light traffic area at the centre of Lamphun

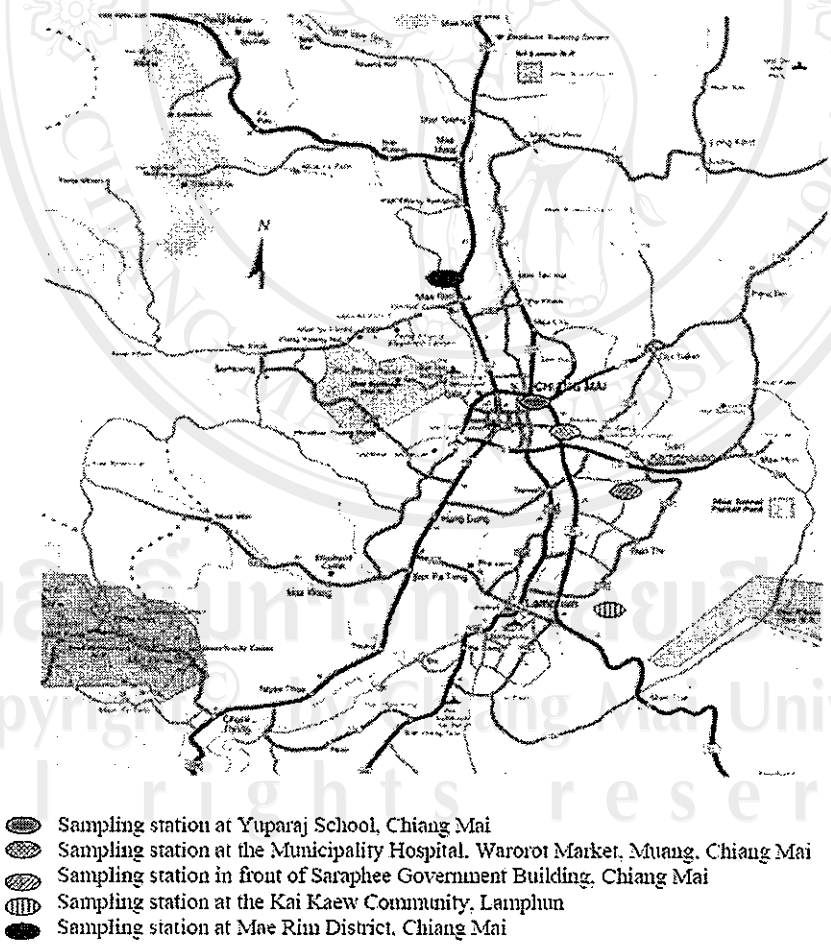


Figure 1 location of sampling stations

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Results and Discussion

Daily concentrations of PM10 at the 4 sampling stations varied from 5 to 182 $\mu g/m^3$ with the highest concentrations of 149.01$\mu g/m^3$ at Yuparaj, 139.69$\mu g/m^3$ at Municipality Hospital, 149.4$\mu g/m^3$ at Saraphee and 182.09 $\mu g/m^3$ at Lamphun. As shown in Figure 2, PM10 concentration detected at all stations sharing the same pattern, in which it increased at the beginning of dry season (December) and reached its peak in March before decreased by the end of April.

The average of daily PM10 concentration compared with the percentages of numbers of days that PM10 concentrations exceeded the 24-hour national standard value (120 $\mu g/m^3$) for each sampling site are summarized in Table 2. On average, PM10 concentrations and the percentages of numbers of days that PM10 concentrations exceeded the 24-hour national standard value at municipality hospital (45.3 ± 23.1$\mu g/m^3$, 0.8%) and Lamphun (46.5 ± 29.2 $\mu g/m^3$, 0.8%) were found to be lower than those at Saraphee (54.5 ± 31.5$\mu g/m^3$, 5.6%) and Yuparaj (52.9 ± 27.3$\mu g/m^3$, 4.0%). This finding indicated the urgency for the responsible authority in Chiang Mai, especially Saraphee and Yuparaj area, as well as Lamphun provinces to develop more effective strategy to sort out the particle pollution during the dry season.

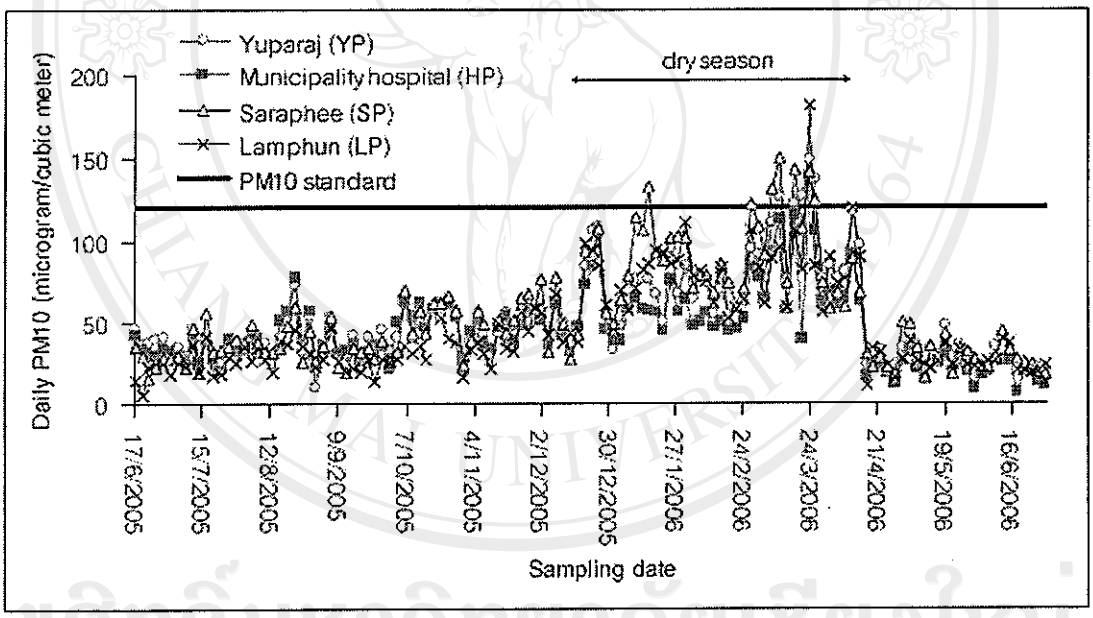


Figure 2 Daily PM10 concentration collected in this study

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 2 PM10 concentration comparing to the 24-hour national standard value

Sampling station[a]	Number of PM10 sample	Number of days that PM10 concentrations exceeded the 24-hour national standard value		Percentages of days that PM10 concentrations exceeded the 24-hour national standard value	Average PM10 concentration in this study ± standard deviation
		Dry season	else		
YP	125	5	0	4.0	52.9 ± 27.3
HP	126	1	0	0.8	45.3 ± 23.1
SP	126	7	0	5.6	54.5 ± 31.5
LP	126	1	0	0.8	46.5 ± 29.2

[a]Abbreviations for sampling stations described in Figure 2

The seasonal patterns of PM10 concentration observed in this study compared with those measured at different locations by the pollution control department [2],[3] were summarized in Figure 3. The distinctly high concentration of PM10 in dry season was found only in the Northern part of Thailand (YP, HP, SP, LP). This unique seasonal pattern of PM10 concentration suggested the presence of temporary source of PM10 in Chiang Mai-Lamphun intermontaigne basin area during dry period.

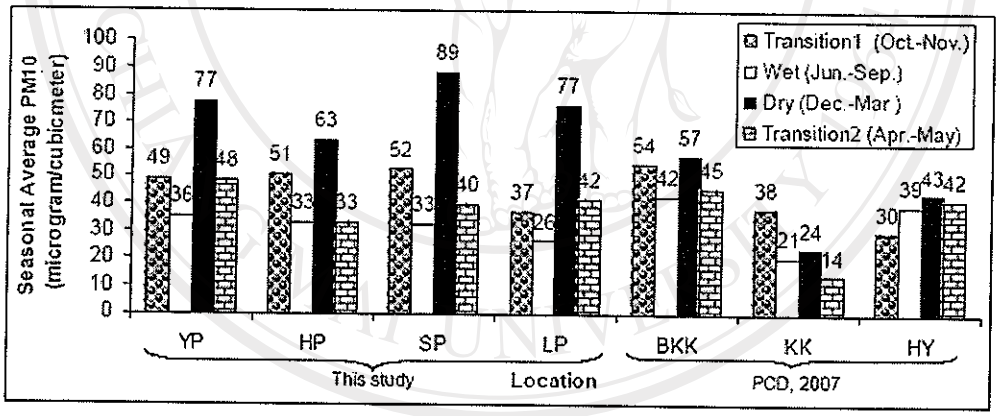


Figure 3 Seasonal average of 24-hrs PM10 concentrations comparing to those measured by PCD : Pollution Control Department [2],[3] in other provinces (BKK : Bangkok, KK : Khon Kean, HY : Had Yai)

The Pearson correlation analysis at 1% significance level revealed the significant correlation among PM10 concentrations at 3 sampling sites in Chiang Mai (correlation coefficient: $r = 0.819\text{-}0.909$, $p<0.01$) at all seasons. Strong correlation ($r = 0.900\text{-}0.988$, $p<0.01$) was however observed only in dry season between each couple of the PM10 data obtained from all the sampling sites. This result implied that the strategy for controlling PM10 concentration in dry season needed to be done in the regional scale rather than focusing only in an affected province. Increase of PM10 concentration during dry season in Chiang Mai-Lamphun

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

intermontaigne basin area was possibly caused by the same sources, such as forest fire or agricultural waste burning.

The correlation coefficients between meteorological parameters and PM10 concentration at the significant level of 1% are presented in Table 3. According to the table, PM10 concentration had medium level of negative correlation (r = -0.696 to -0.635) with visibility data. This result implied the possibility of using the visibility as an indicator for the particle pollution-watch system. Figure 4 demonstrates a plot between PM10 concentrations and the visibility data of which the frequency is equal or greater than 5% of total data. Comparing the maximum PM10 concentration detected at each sampling station to the permitted PM10 level of the national air quality standard, the warning visibility levels for the PM10 pollution-watch system could be determined as 10 km for Chiang Mai and 5 km for Lamphun provinces.

Table 3 Correlation coefficients between meteorological parameters and PM10 concentration at the significant level of 1%

Sampling Stations	Air Quality Monitoring Stations	Relative Humidity and PM_{10}	Visibility and PM_{10}	Precipitation and PM_{10}	Sunlight and PM_{10}
Yuparaj School	Commercial Aviation, Chiang Mai	-0.679	-	-0.303	-
	Pollution Control Department	-0.436	-0.696	-0.193	+0.301
Municipality Hospital	Commercial Aviation, Chiang Mai	-0.532	-0.657	-0.291	+0.235
	Pollution Control Department	-0.365	-	-0.177	-
Kai Kaew Community, Lamphun	Commercial Aviation, Chiang Mai	-0.673	-0.635	-0.324	+0.393
	Pollution Control Department	-0.448	-	-0.230	-
	Meteorology Building, Lamphun	-0.644	-0.685	-	-
Government Building, Saraphee	Commercial Aviation, Chiang Mai	-0.644	-0.644	-0.325	+0.432
	Pollution Control Department	-0.447	-0.644	-0.218	+0.432
	Meteorology Building, Lamphun	-0.602	-0.661	-0.148	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

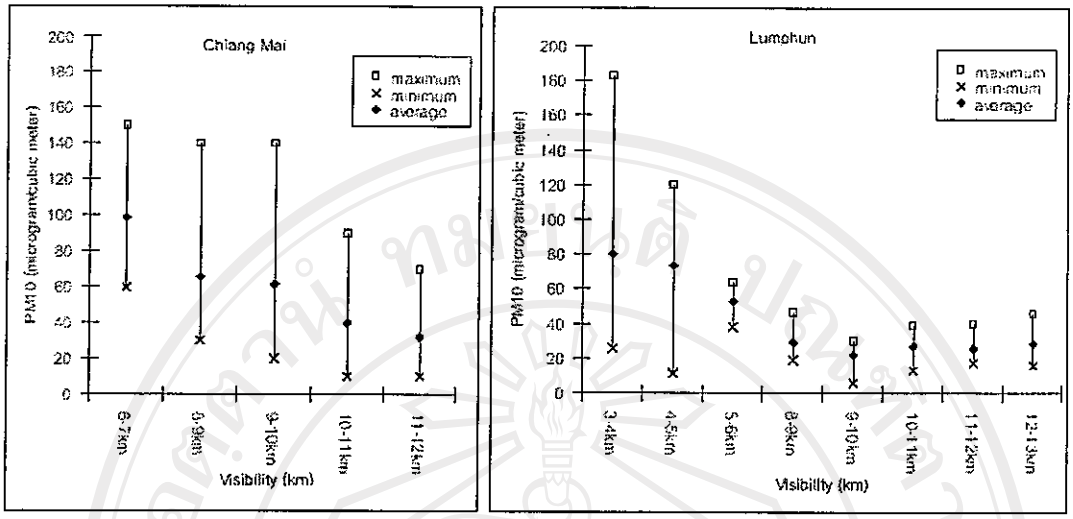


Figure 4 a plot between PM10 concentrations and the visibility data of which the frequency is equal or greater than 5%

Conclusions

PM10 concentration detected at all stations sharing the same pattern, in which it increased at the beginning of dry season (December) and reached the peak in March before decreased by the end of April. This distinctly high concentration of PM10 in dry season was recognized as the unique seasonal pattern for the Northern part of Thailand. The average of daily PM10 concentration and percentages of numbers of days that PM10 concentrations exceeded the 24-hour national standard value pointed out the urgency for the responsible authority in Chiang Mai and Lamphun provinces to develop more effective strategy to control the particle pollution during dry season. Medium level of negative correlation between PM10 concentration and visibility data suggested the visibility as a possible indicator for the particle pollution-watch system. The warning visibility values for the PM10 pollution-watch system were determined as 10 km for Chiang Mai and 5 km for Lamphun provinces.

Acknowledgment

Our sincere thanks to the following agencies : Thailand Research Fund for providing us with the financial support, the Pollution Control Department for the support of sampling devices and related data, the Chiang Mai and Lamphun Meteorological Center for providing us the Meteorological data, Chiang Mai University and NRC-EWHEM for the support of the other research equipments.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Reference

[1] Vinitketkumnuen U., Kalayanamitra K., Chewonarin T. and Kamens R. (2002). **Particulate matter, PM 10 & PM 2.5 levels, and airborne mutagenicity in Chiang Mai, Thailand.** *Mutat Res.* Aug 26;519 (1-2):121-31.

[2] Pollution Control Department (2007). **Bangkok daily Air quality Data** (available at http://www.pcd.go.th/AirQuality/Bangkok/Default.cfm).

[3] Pollution Control Department (2007). **Regional Area Air Quality Data** (available at http://www.pcd.go.th/AirQuality/Regional/Default.cfm).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Miss Narumon Tiangviriya

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Environmental Management
(Interdisciplinary Program)
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2006

ISBN 974-14-1783-7

Copyright of Chulalongkorn University

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลักษณะองค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีของอนุภาคฝุ่นที่ขนาดต่างๆ ในบรรยากาศทั่วไปของจังหวัดเชียงใหม่

นางสาว นฤมล เที่ยงวิริยะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549

ISBN 974-14-1783-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title	Physical and Chemical Characteristics of Particulate Matter at Various Sizes in Chiang Mai Ambient Air
By	Narumon Tiangviriya
Filed of study	Environmental Management
Thesis Advisor	Associate Professor Dr Khajornsak Sopajaree, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Dr. Nares Chuersuwan, Ph.D

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

..... Dean of the Graduate School
(Assistant Professor M.R. Kalaya Tingsabadh, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

..... Chairman
(Manaskorn Rachakornkij, Ph D.)

..... Thesis Advisor
(Associate Professor Khajornsak Sopajaree, Ph D.)

..... Thesis Co-advisor
(Nares Chuersuwan, Ph.D)

..... Member
(Associate Professor Wongpun Limpaseni, M.Sc.;D I.C.)

..... Member
(Assistant professor Petch Pengchai, Ph.D)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นฤมล เที่ยงวิริยะ : ลักษณะองค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีของอนุภาคฝุ่นที่ขนาดต่างๆ ในบรรยากาศทั่วไปของจังหวัดเชียงใหม่ (PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF PARTICULATE MATTER AT VARIOUS SIZES IN CHIANG MAI AMBIENT AIR) อ. ที่ปรึกษา: รศ.ดร. ชจรศักดิ์ โสภาจารีย์, อ. ที่ปรึกษาร่วม: อ. ดร.นเรศ เชื้อสุวรรณ 205 หน้า. ISBN 974-14-1783-7.

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นจากจุดเก็บตัวอย่าง 3 จุด ภายในจังหวัดเชียงใหม่อันได้แก่ จุดเก็บที่ 1 หน้าโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จุดเก็บที่ 2 หน้าโรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่ และจุดเก็บที่ 3 หน้าที่ว่าการอำเภอสารภี และทำการศึกษาโดยแบ่งอนุภาคฝุ่นเป็น 5 ช่วงขนาด อันได้แก่ ฝุ่น PM>10, $PM_{2.5-10}$, $PM_{1.0-2.5}$, $PM_{0.5-1.0}$และ $PM_{0.1-0.5}$ไมโครเมตร โดยใช้เครื่อง High Volume Cascade Impactor เริ่มเก็บตัวอย่างตั้งแต่กลางเดือนมิถุนายน ปี พ.ศ.2548 ถึง เดือน มกราคม ปี พ.ศ.2549 โดย ได้นำตัวอย่างไปหาปริมาณฝุ่นและการกระจายของฝุ่นแต่ละขนาดโดยวิธีการชั่ง จากนั้นจึงนำไปหาปริมาณสารองค์ประกอบที่อยู่ในอนุภาคฝุ่น อันได้แก่ ไอออนบวก ไอออนลบ (Na^+, NH_4^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-}, and PO_4^{3-}) โดยเครื่อง Ion Chromatography และ โลหะ (Al, B, Ba, Ca, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Pb, Sr, Ti and Zn) โดยเครื่อง Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy ในขั้นตอนสุดท้าย ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นแต่ละขนาดกับจุดเก็บตัวอย่างและช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมทางสถิติวิเคราะห์

ผลการศึกษาพบว่าปริมาณฝุ่น PM_{10} เฉลี่ยในรอบ 24 ชั่วโมงของจุดเก็บที่ 1, 2 และ 3 อยู่ในช่วงความเข้มข้น 29.74-79.38(48.68) , 30.87-109.81(58.88) และ 30.71-92.94(60.99) มค.ก/ลบ.ม ตามลำดับ และปริมาณฝุ่น $PM_{2.5}$ เฉลี่ยในรอบ 24 ชั่วโมงอยู่ในช่วงความเข้มข้น 14.14-44.05(25.62), 13.87-63.55(31.40) และ 18.11-68.26(37.15) มค.ก/ลบ.ม ตามลำดับ ซึ่งพบว่าปริมาณฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่จุดเก็บที่ 3 เกินค่ามาตรฐานของ US.EPA การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นแต่ละขนาดพบว่าในอนุภาคฝุ่นหยาบ($PM_{2.5-10}$) มีความเข้มข้นโลหะรวมมากกว่ากรณีอนุภาคฝุ่นละเอียด($PM_{0.1-2.5}$) โดยพบเป็นสัดส่วนของ PM>10:$PM_{2.5-10}$:$PM_{0.1-2.5}$ เท่ากับ 35:44:20 ตามลำดับ ในทางกลับกันเมื่อพิจารณาความเข้มข้นของไอออนรวมในฝุ่น พบว่าฝุ่นละเอียดมีความเข้มข้นไอออนรวมมากกว่าฝุ่นหยาบ โดยสัดส่วนที่พบใน PM>10:$PM_{2.5-10}$:$PM_{0.1-2.5}$ เท่ากับ 18:28:54 สำหรับไอออนลบ และ 26:15:59 สำหรับไอออนบวก ตามลำดับ โดยองค์ประกอบทางเคมีที่พบมากสำหรับการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ แคลเซียม อลูมิเนียม เหล็ก คลอไรด์ ไนเตรท ซัลเฟต แอมโมเนียม และ โปแตสเซียม การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นแต่ละขนาดกับจุดเก็บตัวอย่างและช่วงเวลาการเก็บ พบว่าปริมาณฝุ่นแต่ละขนาดมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ (r= 0.353-0.840, p<0.05) เมื่อพิจารณาจากจุดเก็บพบว่า ความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่นละเอียดที่เก็บได้จากจุดเก็บที่ 1 มีความแตกต่างจากที่เก็บได้จากจุดเก็บที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ (F= 3.569, p<0.05) ความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่นที่เก็บได้ในฤดูแล้งสูงกว่าที่เก็บได้จากฤดูฝนในทุกขนาดอนุภาค และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (F= 5.124-30.159, p<0.05) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสารองค์ประกอบในอนุภาคฝุ่นกับจุดเก็บตัวอย่างและช่วงเวลาการเก็บ พบว่า จุดเก็บที่ 1 และ 3 มีความแตกต่างของความเข้มข้นของสารองค์ประกอบบางตัวอย่างมีนัยสำคัญ (F= 5.879-6.059, p<0.05) นอกจากนี้ฤดูกาลมีผลต่อความเข้มข้นของสารองค์ประกอบในฝุ่นอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน (F= 4.121-23.266, p<0.05) ส่วนการศึกษาการกระจายตัวของอนุภาคฝุ่นในจังหวัดเชียงใหม่ครั้งนี้ พบว่า การกระจายตัวของฝุ่นเป็นแบบ bi-modal และสามารถแยกลักษณะการกระจายตัวของฝุ่นได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่อยู่ในตัวเมืองเชียงใหม่ (จุดเก็บที่ 1, 2) และ ที่ชนบทนอกเมือง (จุดเก็บที่ 3) โดยจุดเก็บที่ 1 และ 2 มีการกระจายตัวของฝุ่นเป็นแบบเดียวกัน แต่จุดเก็บที่ 3 พบสัดส่วนของฝุ่นละเอียดค่อนข้างสูง ทำให้กราฟการกระจายตัวของอนุภาคฝุ่นมีจุดยอดจุดที่สูงกว่าอยู่ในช่วงของอนุภาค 0.5-1.0 ไมโครเมตร ในขณะที่จุดอื่นๆ มีจุดยอดในช่วงของอนุภาค 2.5-10 ไมโครเมตร

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา) ลายมือชื่อนิสิต นฤมล เที่ยงวิริยะ

ปีการศึกษา 2549 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4789473720: MAJOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
KEY WORD: CASCADE IMPACTOR/ AIR POLLUTANT/ SIZE DISTRIBUTION/ PARTICULATE MATTER/ AMBIENT AIR/ CHIANG MAI AIR

NARUMON TIANGVIRAYA: PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF PARTICULATE MATTER AT VARIOUS SIZES IN CHIANG MAI AMBIENT AIR. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. DR. KHAJORNSAK SOPAJAREE, THESIS CO ADVISOR: DR. NARES CHUERSUWAN, 205 pp. ISBN 974-14-1783-7.

Particulate Matter samples of Chiang Mai ambient air were collected from three sampling sites (site 1: Yuparaj School, site 2: municipality hospital and site 3: the district office of Sarapee), and fractionated into five size fractions ($PM>10$, $PM_{2.5-10}$, $PM_{1\ 0.2.5}$, $PM_{0.5-1\ 0}$ and $PM_{0.1-0.5}\mu m$) with a high volume cascade impactor during mid-June 2005 to January 2006. The quantity and size distribution of the samples were investigated by gravimetric method using analytical balance. Ions (Na^+, NH_4^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-} and PO_4^{3-}) and metals (Al, B, Ba, Ca, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Pb, Sr, Ti and Zn) were chemical compositions of the samples which have been analyzed. The techniques used for ions analyzing (anions and cations) and metals analyzing was Ion Chromatography and Inductively coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy, respectively. Finally, the relationship between each size fractions of PM and the sampling sites were investigated as well as the temporal variations by a Statistical Program.

The average 24-hr PM_{10} concentrations during the sampling period at the sampling site 1, 2and 3 were 29.74-79.38(48.68), 30.87-109.81(58.88) and 30.71-92.94(60.99) $\mu g/m^3$, respectively. In addition, the average 24-hr $PM_{2.5}$ concentrations were 14.14-44.05(25.62), 13.87-63.55(31.40) and 18.11-68.26(37.15) $\mu g/m^3$, respectively. It was noted that $PM_{2.5}$ concentrations at sampling site 3 exceeded the standard daily average $PM_{2.5}$ of US.EPA. Metal components were highly found in coarse particle ($PM_{2.5-10}$) than in fine particle ($PM_{0.1-2.5}$). The portion of $PM>10$:$PM_{2.5-10}$:$PM_{0.1-2.5}$ was 36:44:20. Conversely, ions were found in fine particle more than in coarse particle. The portion of $PM>10$:$PM_{2.5-10}$:$PM_{0.1-2.5}$ was 18:28:54 and 26:15:59 for anions and cations, respectively. The dominant compositions in PM observed in this study were Ca, Al, Fe, Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-}, NH_4^+ and K^+. Moreover, the study of relationship between the level of PM concentrations, the sampling sites and temporal variations found that each size fractions of PM had high correlation to other fractions (r= 0.353-0.840, $p<0.05$). It was found that concentrations of fine particle collected from site 1 were significantly different from the concentrations at site 3 (F= 3.569, $p<0.05$). The concentrations of PM during dry season were higher than the concentrations collected in wet season for all size fractions and were significantly different (F= 5.124-30.159, $p<0.05$). The study of relationship between the concentrations of PM's compositions, the sampling sites and temporal variations found that site 1 and site 3 had different quantity of some compositions at the significance level of 0.05 (F= 5.875-6.059, $p<0.05$). Seasonal variations also caused significantly different in concentrations of some PM's compositions (F= 4.121-23.286, $p<0.05$). The study of size distribution of particulate matter in Chiang Mai indicated that the type of distribution was bi-modal and there were 2 groups of distribution patterns. Sampling site 1 and 2 (city areas) had the same pattern of distribution but it was different at sampling site 3 (rural areas). Since there was highly in proportion of fine particle at sampling site 3, then the size distribution of PM in this area had a higher peak of the bi-modal distribution at around 0.5-1.0 μm while the others had a higher peak at around 2.5-10 μm.

Field of study: Environmental management (Interdisciplinary Program) Student's signature.....
Academic year 2006 Advisor's signature.....
Co-advisor's signature.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my sincere thanks to Associate Professor Dr. Kkajornsak Sopajaree, my advisor, for his valuable suggestions, assistance, guidance and strong encouragement throughout this research.

I also would like to take this opportunity to thank Dr. Manaskorn Rachakornkij, Chairman of the committee, Dr. Nares Chuersuwan, Assistant Professor Dr. Petch Pengchai and Associate Professor Wongpun Limpaseni, members of the thesis committee for valuable suggestions.

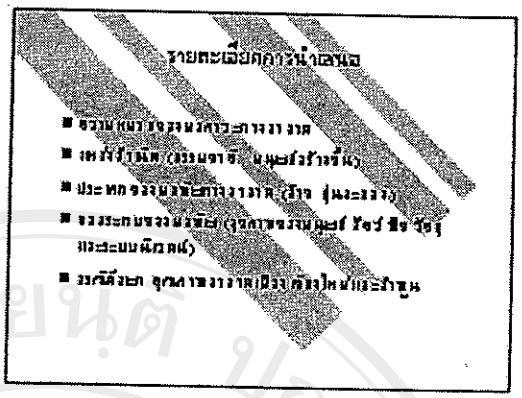
I extend my sincere appreciation to the National Research Center for Environmental and Hazardous Waste Management, Chulalongkorn University, for their contribution to student funds, to the Environmental Engineering Faculty, ChiangMai University for their companionship and help, and to the Thailand Research Fund.

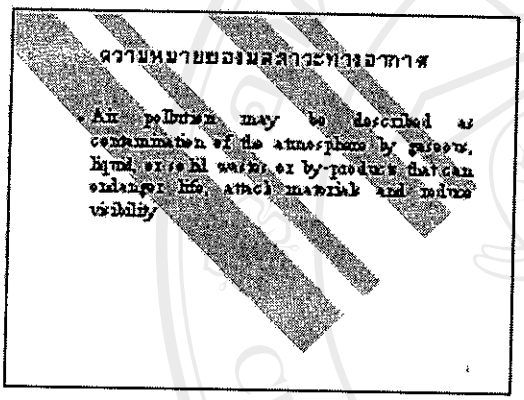
Special thanks are also made to all students and staff of International Postgraduate Program in Environmental and Hazardous Waste Management, and to the staff of the Environmental Engineering faculty at Chiang Mai University, especially Mr. Wittaya Tala for his valuable suggestions and assistance.

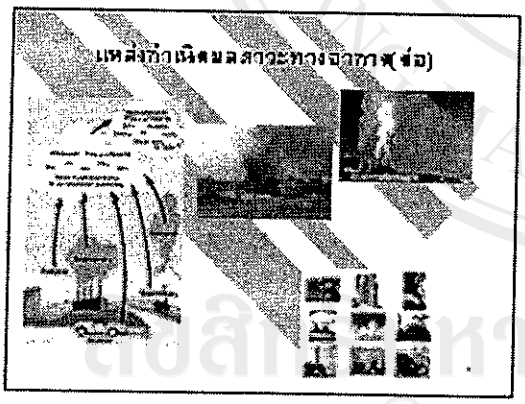
Special thanks should go to Ms. Akiko Uyeda and Mr. Nicholas Carter for their editing skills and to all of the assistant researchers of Chiang Mai Air's project.

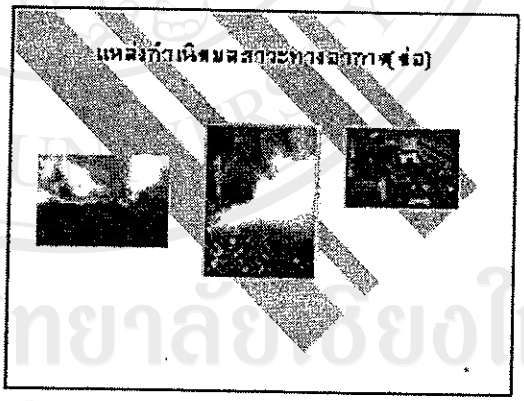
Most of all, gratitude goes to my parents for their love and inspiration throughout my life.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved









ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประเภทของมลพิษทางอากาศ

■ก๊าซ
- SO_2, CO, CO_2, NO_2, Ozone, Pb
- Toxic pollutants, HAP_s

■ฝุ่นละออง
- Smoke
- Dust, TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$
- Fly ash
- Mist

ประเภทของมลพิษทางอากาศ

■ตามนอกอาคาร (Outdoor/Ambient)
- SO2
- CO, CO2
- NO2
- Ozone
- TSP
- Pb
- Toxic pollutants

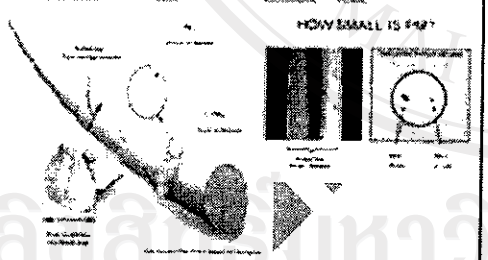
ประเภทของมลพิษทางอากาศ

■ตามในอาคาร (Indoor)
- Radon
- Combustibility products
- Environmental Tobacco Smoke (ETS)
- Volatile organic compounds
- Formaldehyde
- Biological contaminants
- Pesticides

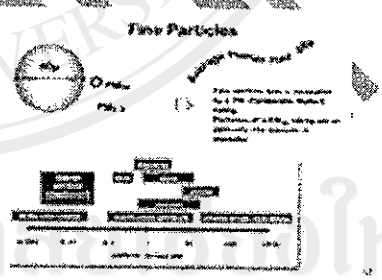
มลพิษทางอากาศที่พบทั่วไป

- Sulfur Dioxide
- Hydrocarbons
- Ozone
- Total Suspended Particulate Matter/Fine Particulates
- Nitrogen Oxides
- Carbon Monoxide
- Lead
- Carbon Dioxide

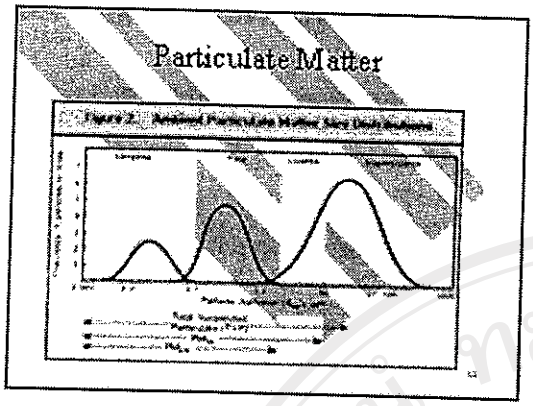
Particulate Matter

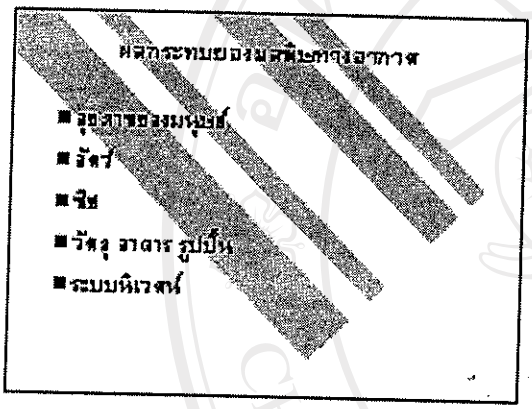


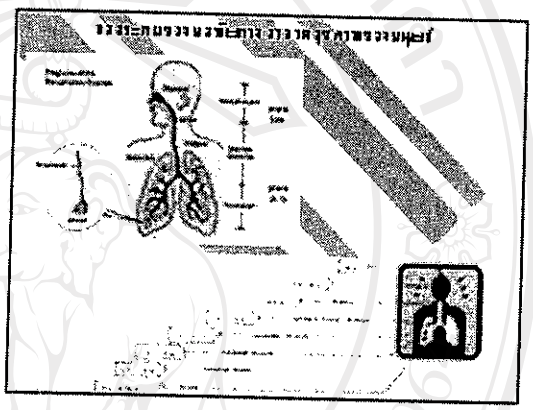
Particulate Matter

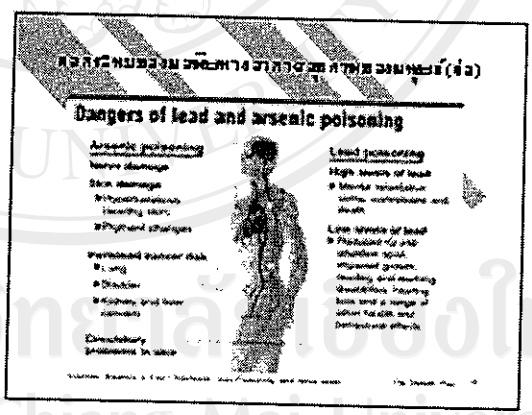


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

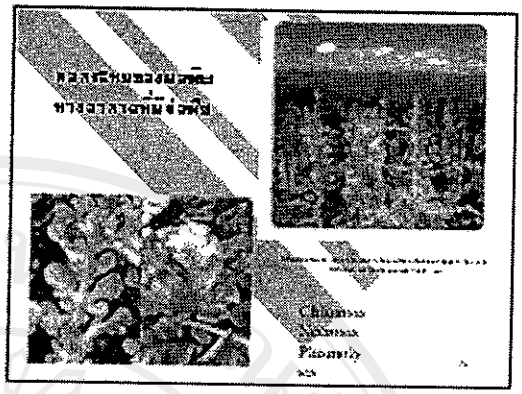


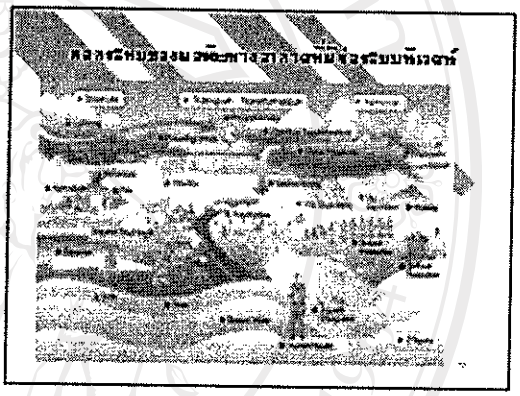


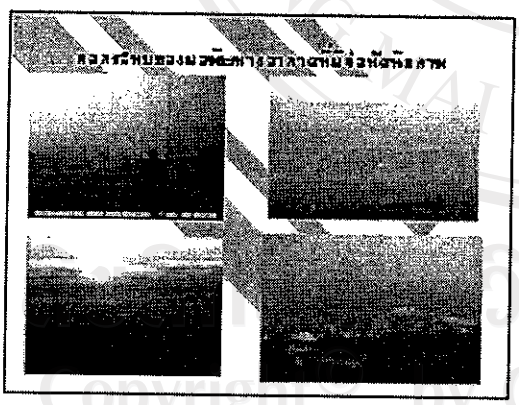


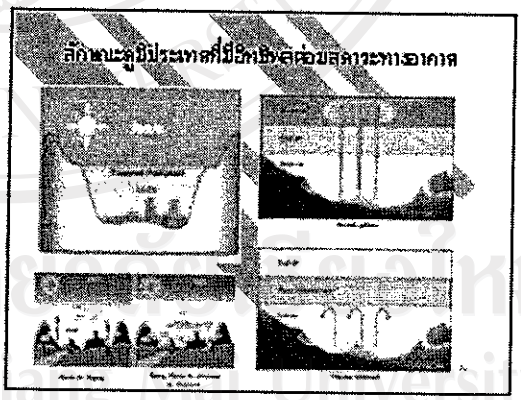


มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

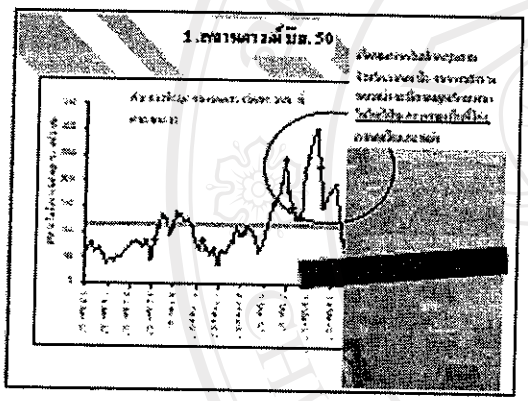


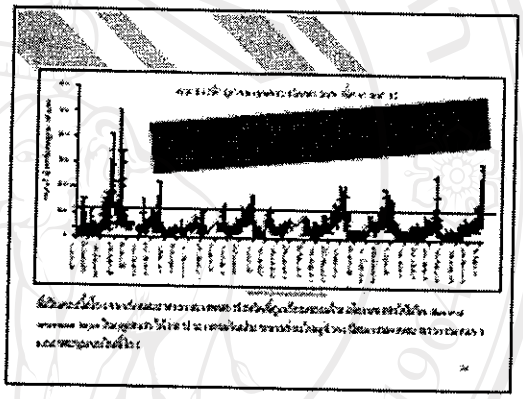


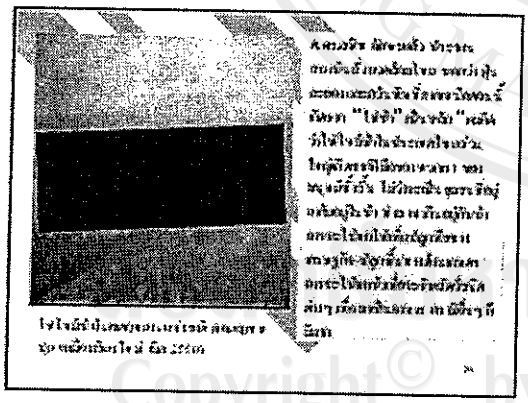


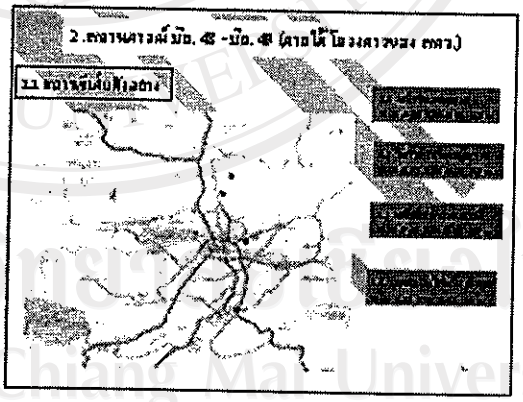


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

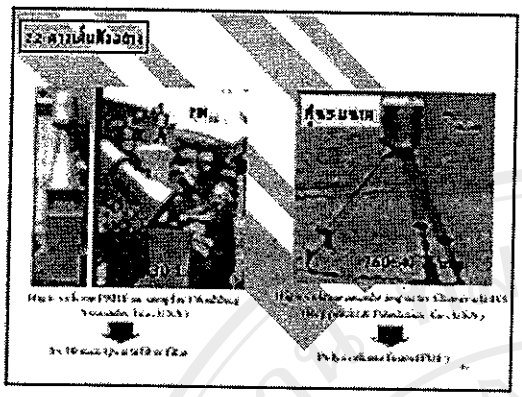


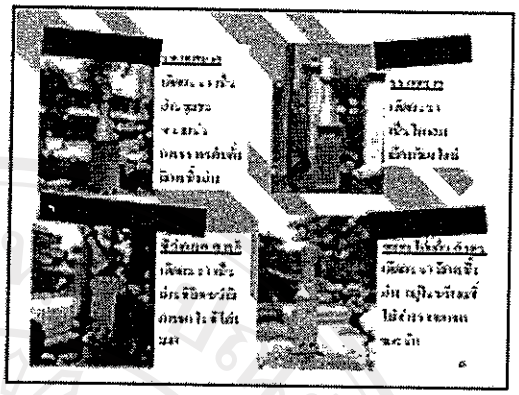


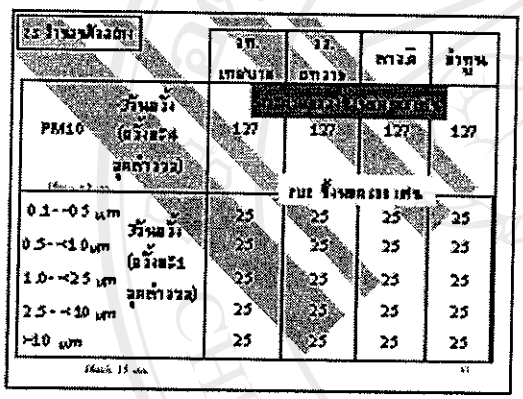




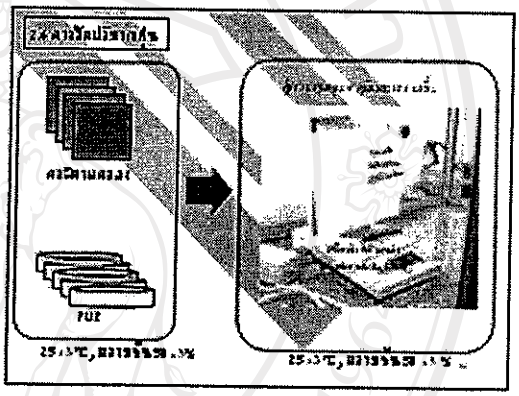
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

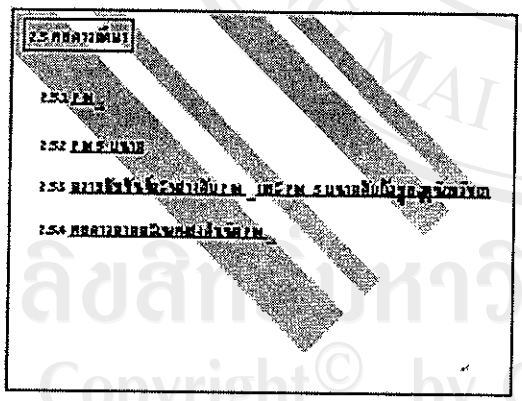


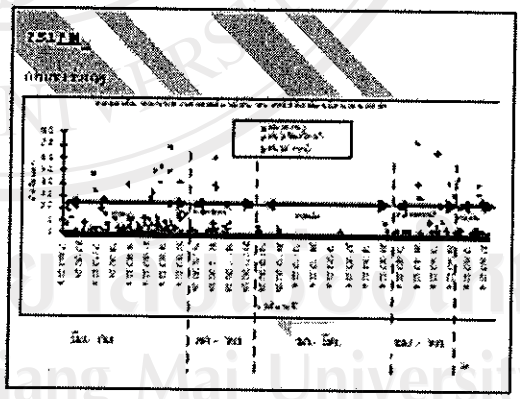




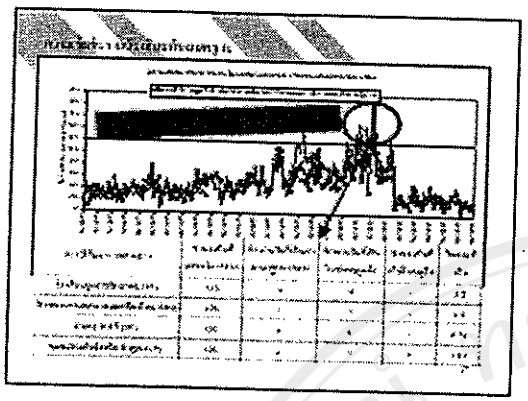
		ม.ค.	ก.ค.	ตุลาคม	ธันวาคม
PM10	วันพรุ่งนี้ (ดัชนีคุณภาพอากาศ)	127	127	127	127
		PM2.5 ที่จำนวนรวม 100 เท่ากัน			
0.1-<0.5 µm	วันพรุ่งนี้ (ดัชนีคุณภาพอากาศ)	25	25	25	25
0.5-<1.0 µm		25	25	25	25
1.0-<2.5 µm		25	25	25	25
2.5-<10 µm		25	25	25	25
>10 µm		25	25	25	25

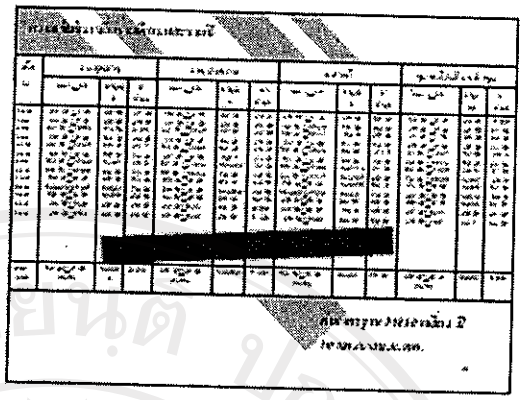


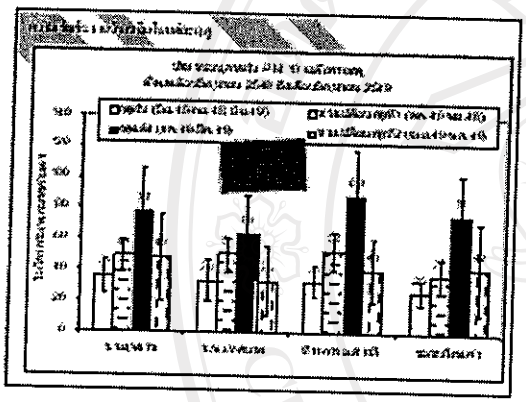


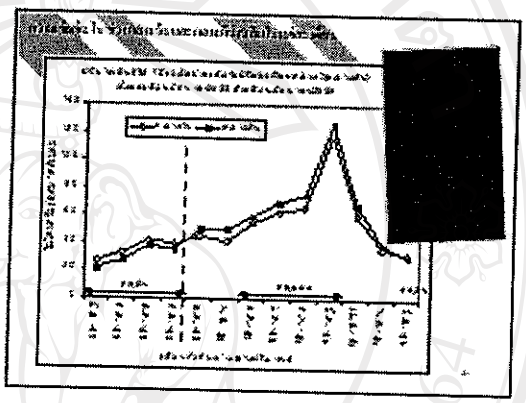


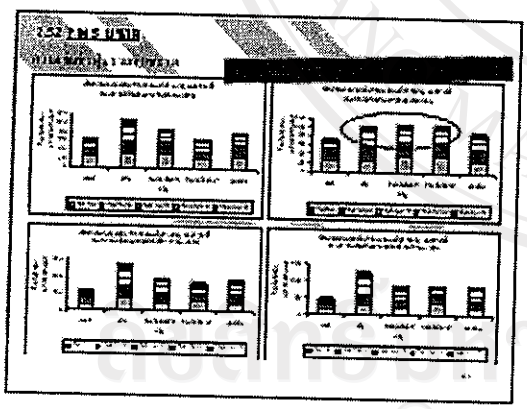
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

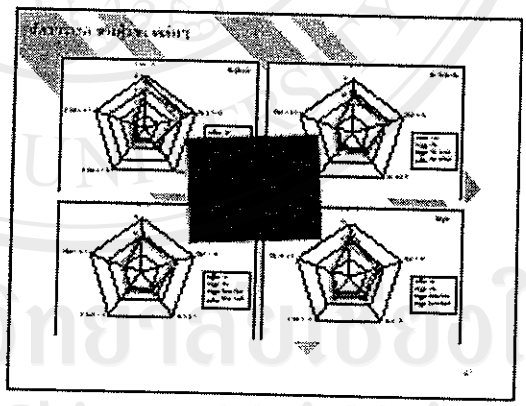




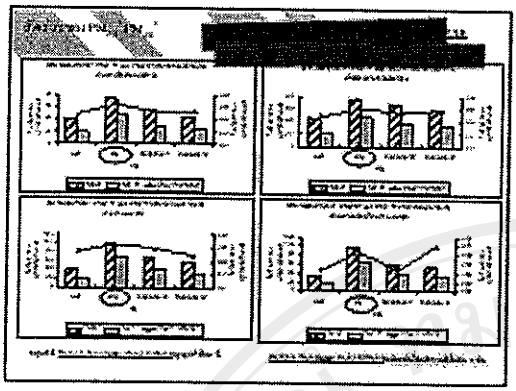


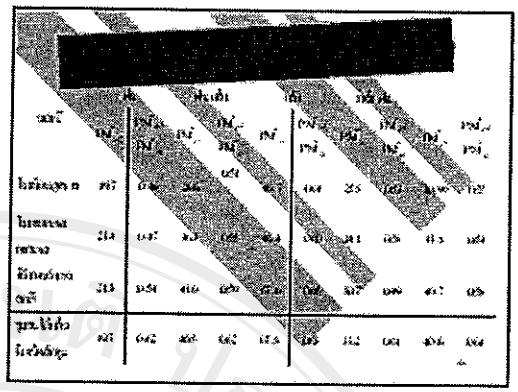


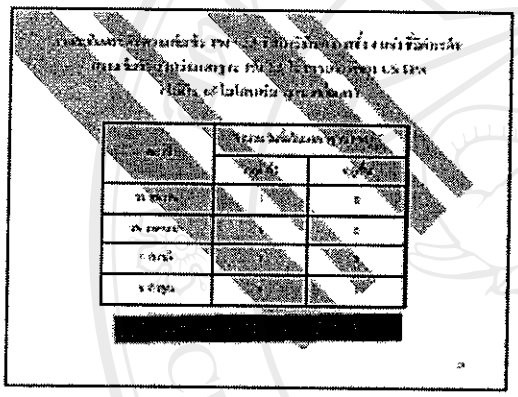


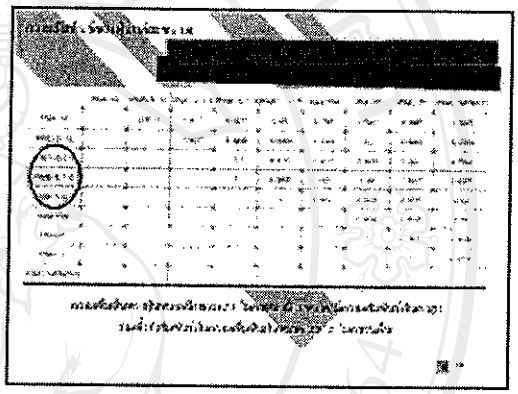


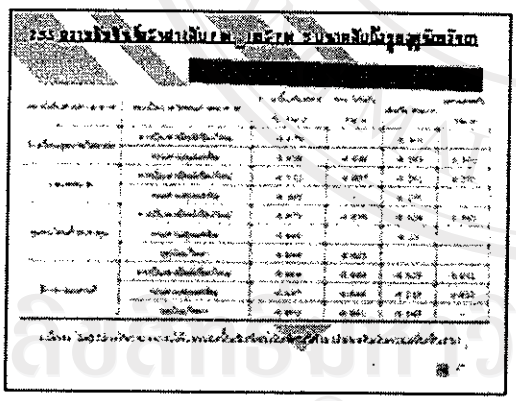
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

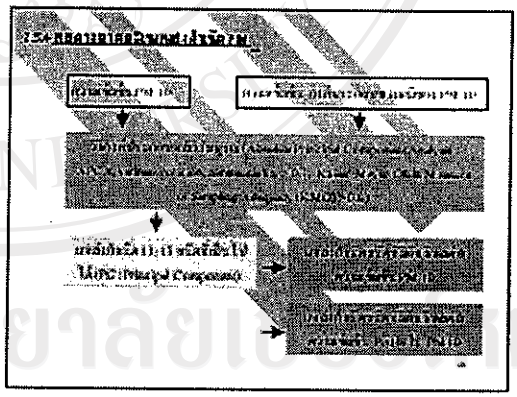




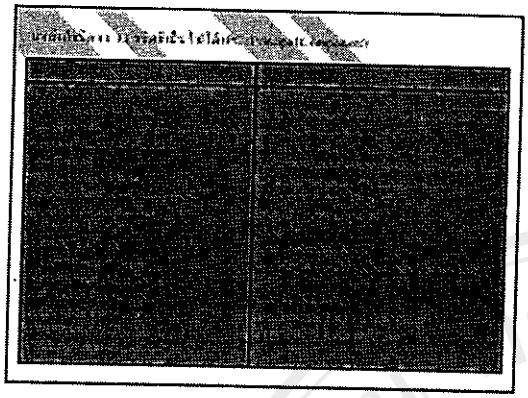


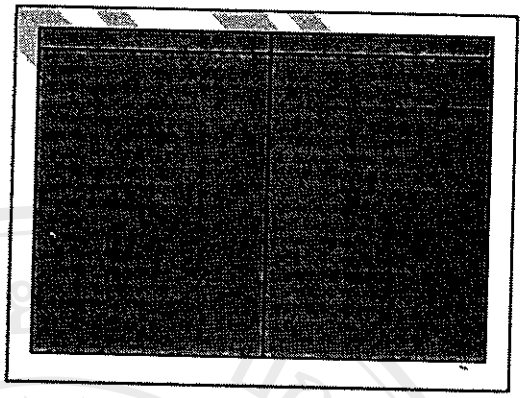


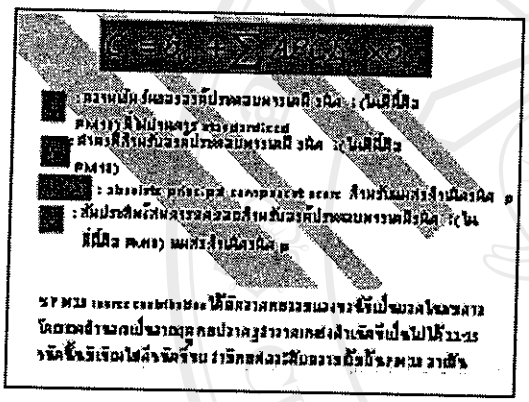


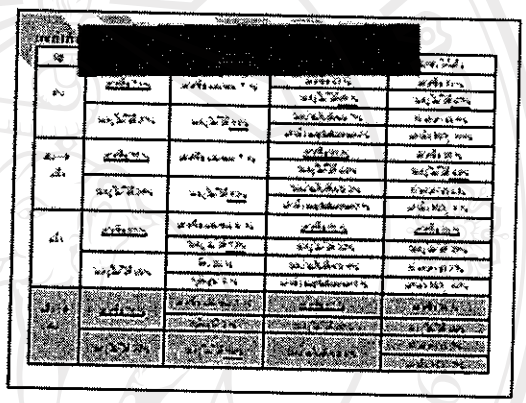


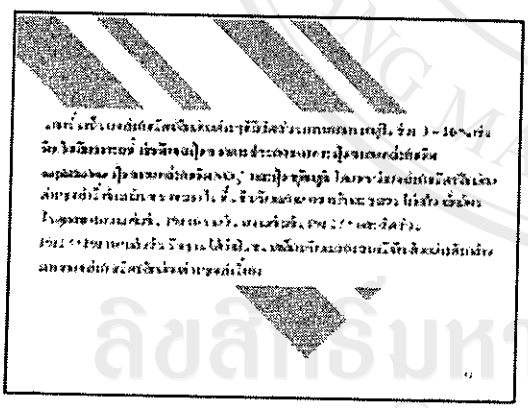
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

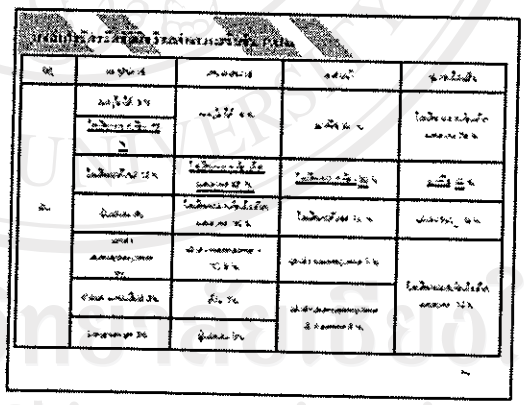




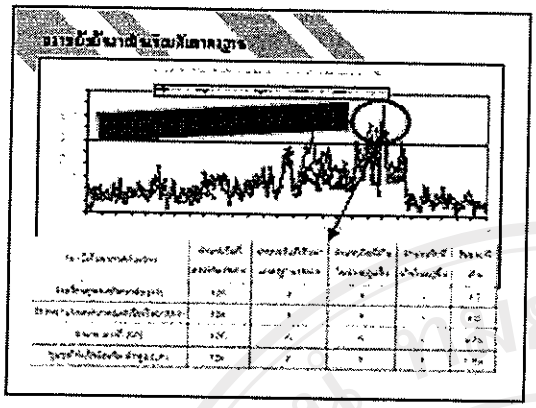


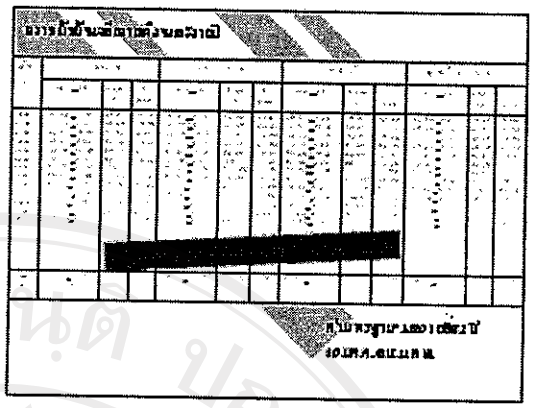


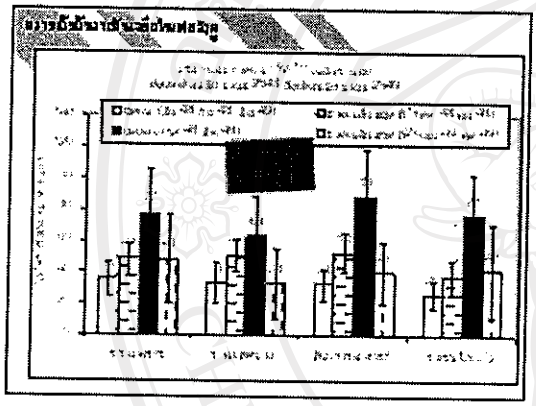


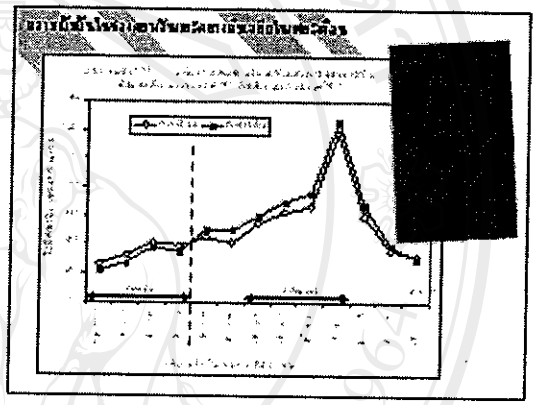


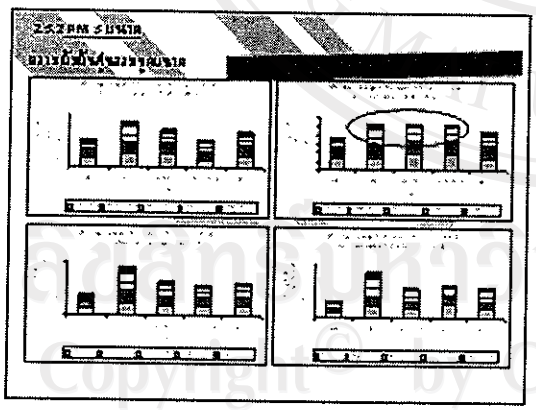
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

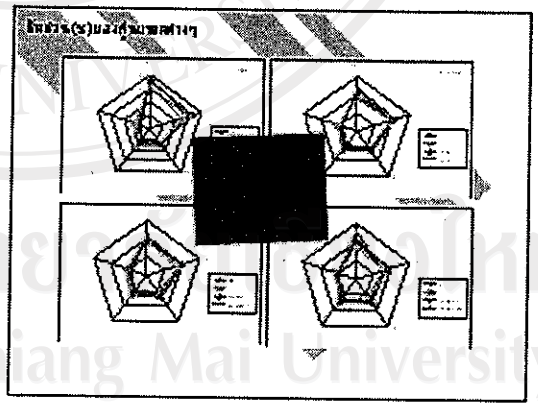




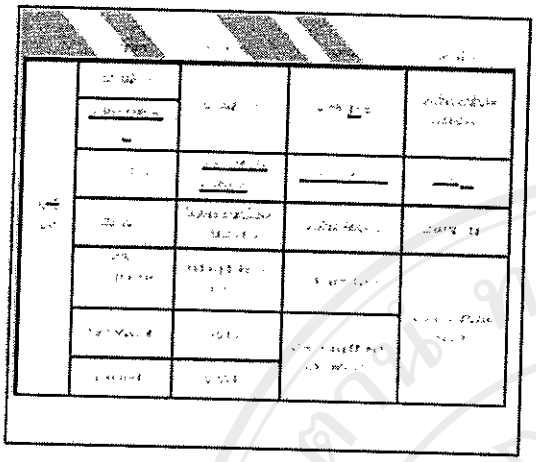


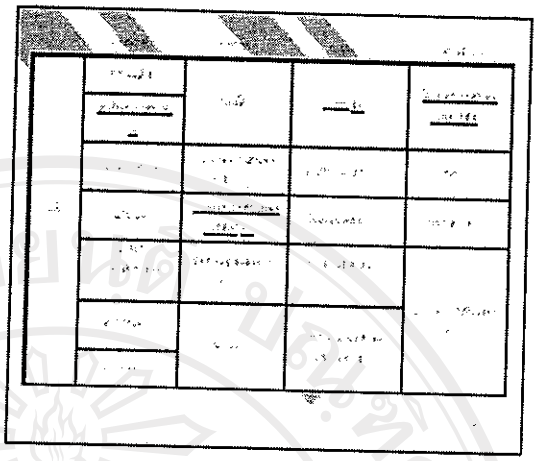


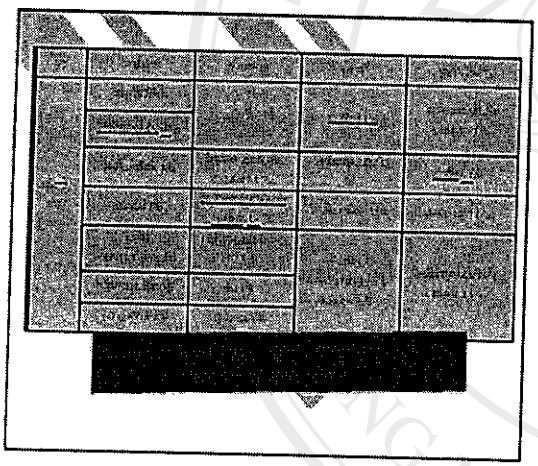


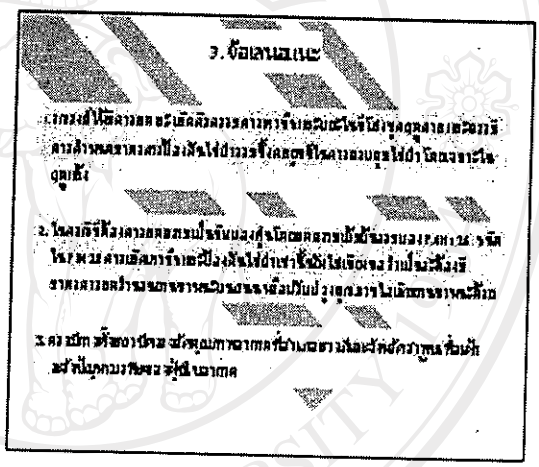


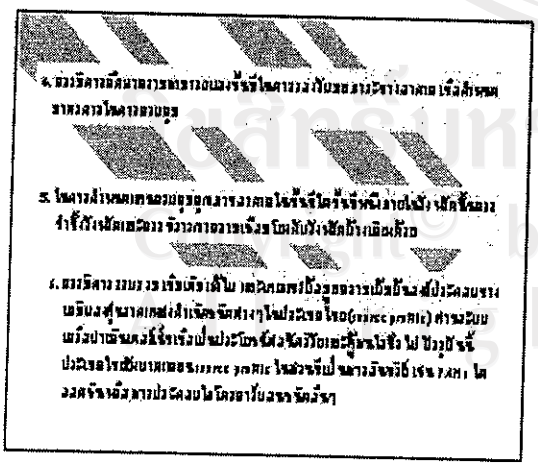
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



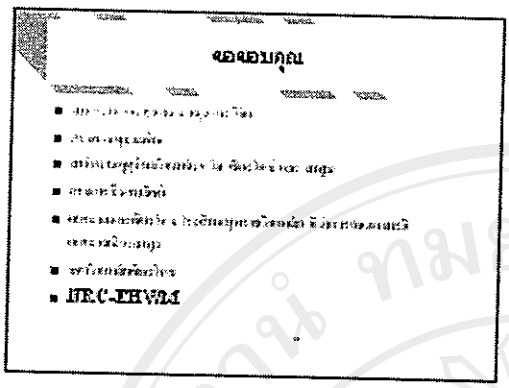


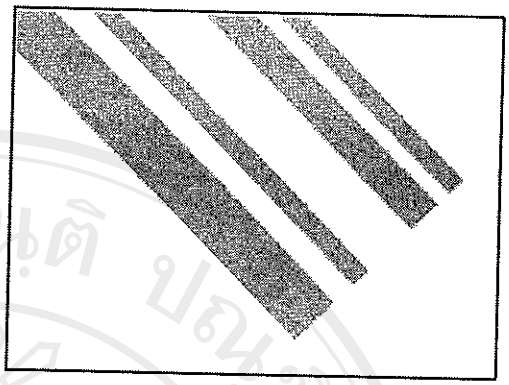



3. ข้อเสนอแนะ



ส่งเสริมการปลูกต้น ไม้ หรือสิ่งกีดขวางที่เป็นสีเขียวในพื้นที่เมือง และการก่อสร้าง โรงงาน หรือการจัดสรรพื้นที่





ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ (งานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ โทร. 4176, 4177)

ที่ ศธ 0515(09)/ 1015 **วันที่** 3 เมษายน 2550

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นวิทยากรในงานวันนักวิจัยคณะวิศวฯ พบชุมชน ครั้งที่ 5

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร. ขจรศักดิ์ โสภาจารีย์

ด้วยคณะวิศวกรรมศาสตร์ จะจัดงานวันนักวิจัยคณะวิศวกรรมศาสตร์พบชุมชน ครั้งที่ 5 ขึ้นในวันพฤหัสบดีที่ 5 เมษายน 2550 ทั้งนี้ เพื่อให้นักวิจัย และนักศึกษา ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ได้มีโอกาสพบปะกับหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น รวมไปถึงผู้ประกอบการในระดับต่างๆ เพื่อรับทราบปัญหา และร่วมกันแก้ปัญหาให้ชุมชนโดยรวมต่อไป

ในการนี้ คณะวิศวกรรมศาสตร์ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและปฏิบัติงานด้านการวิจัยรวมทั้งให้การบริการแก่ชุมชนด้วยดีตลอดมา จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นวิทยากรในวัน **พฤหัสบดีที่ 5 เมษายน 2550 ณ ห้องประชุม 2 ชั้น 7 อาคาร 30 ปี** ดังกำหนดการที่แนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ดังกล่าวด้วย จักขอบคุณยิ่ง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิพนธ์ ธีรอำพน)
รองคณบดีฝ่ายวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กำหนดการวันนักวิจัยคณะวิศวกรรมศาสตร์พบชุมชน

ครั้งที่ 5

ณ ห้องประชุม 2 ชั้น 7 อาคาร 30 ปี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วันพฤหัสบดีที่ 5 เมษายน 2550

.....

วันพฤหัสบดีที่ 5 เมษายน 2550

08.30-09.00 น.	ลงทะเบียนและรับประทานอาหารว่าง
09.00-09.15 น.	กล่าวรายงานโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์ ธีรอำพน รองคณบดีฝ่ายวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ กล่าวเปิดโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสริมเกียรติ จอมจันทร์ยอง คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
09.15-10.05 น.	บรรยายและอภิปรายเรื่อง *"อุบัติเหตุจราจร"* โดย รองศาสตราจารย์ ลำดวน ศรีศักดา
10.05-10.55 น.	บรรยายและอภิปรายเรื่อง *"เชียงใหม่กับปัญหามลพิษทางอากาศ"* โดย รองศาสตราจารย์ ดร. ขจรศักดิ์ โสภาจารีย์
10.55-11.45 น.	บรรยายและอภิปรายเรื่อง *"การจัดการน้ำเสียในอุตสาหกรรมครัวเรือน"* โดย รองศาสตราจารย์ ดร. เสนีย์ กาญจนวงศ์
11.45-13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00-14.00 น.	*"การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ"* โดย คุณปราโมทย์ ไม้กลัด
14.00-14.50 น.	*"การจัดการปัญหาน้ำท่วมเมืองเชียงใหม่"* โดย รองศาสตราจารย์ ชูโชค อายุพงศ์
14.50-15.00 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
15.00-16.30 น.	ประชุมระดมปัญหาของชุมชนและหาแนวทางแก้ไข ดำเนินรายการโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสันต์ จอมภักดี

.....

หมายเหตุ: กำหนดการอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่ สธ 0420.01/ว 761

กรมควบคุมโรค
ถนนติวานนท์ จังหวัดนนทบุรี 11000

13 มิถุนายน 2550

เรื่อง ขอเชิญเข้าร่วมประชุมและเป็นวิทยากรในการประชุมโครงการประชุมเพื่อถ่ายทอดความรู้ด้านการแก้ไขปัญหาผลกระทบสิ่งแวดล้อมต่อสุขภาพ กรณีปัญหาหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือ

เรียน คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. โครงการประชุมเพื่อถ่ายทอดความรู้ฯ จำนวน 1 ชุด
2. ใบตอบรับเข้าร่วมประชุม จำนวน 1 ฉบับ

ด้วยกรมควบคุมโรค โดยสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมร่วมกับสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงใหม่ จะดำเนินการจัดประชุมโครงการประชุมเพื่อถ่ายทอดความรู้ด้านการแก้ไขปัญหาผลกระทบสิ่งแวดล้อมต่อสุขภาพ กรณีปัญหาหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือ ระหว่างวันที่ 9 – 10 กรกฎาคม 2550 ณ โรงแรมเชียงใหม่ออคิด จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีรัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงสาธารณสุขเป็นประธานพิธีเปิดการประชุม ในวันที่ 9 กรกฎาคม 2550

ในการนี้ กรมควบคุมโรคขอเรียนเชิญ.....รศ.นพ.ธรรศักดิ์ โสภาจารีย์.....เข้าร่วมประชุมและเป็นวิทยากรในการประชุมดังกล่าวระหว่างวันที่ 9 – 10 กรกฎาคม 2550 ณ โรงแรมเชียงใหม่ออคิด จังหวัดเชียงใหม่ โดยเบิกค่าใช้จ่ายในการเดินทางจากงบประมาณของสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ ขอให้ส่งแบบตอบรับการเข้าร่วมประชุมและเป็นวิทยากรไปยังฝ่ายบริหารทั่วไป สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม ภายในวันที่ 20 มิถุนายน 2550 ทางโทรสารหมายเลข 02-5904388

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาดำเนินการต่อไปด้วย จะเป็นพระคุณ

ขอแสดงความนับถือ

(นายแพทย์ [illegible])
รองอธิบดี ปฏิบัติราชการแทน
อธิบดีกรมควบคุมโรค

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
โทร. 02-5904380
โทรสาร 02-5904388

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โครงการประชุมเพื่อถ่ายทอดความรู้ด้านการแก้ไขปัญหาผลกระทบสิ่งแวดล้อมต่อสุขภาพ กรณีปัญหาหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือ

หลักการและเหตุผล

จากการเฝ้าระวังและรายงานปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ในพื้นที่ต่างๆของประเทศไทย โดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่ปลายเดือนธันวาคม 2549 และพบการเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจนตั้งแต่วันที่ 29 มกราคม 2550 เป็นต้นมา ซึ่งเมื่อวันที่ 14 มีนาคม 2550 กรมควบคุมมลพิษได้รายงานการตรวจวัด ณ สถานีตรวจวัดจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำปาง พบว่าปริมาณฝุ่นละออง ขนาดเล็ก กว่า10 ไมครอน (PM_{10}) สูงกว่าค่ามาตรฐาน (120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน

กระทรวงสาธารณสุข โดยปลัดกระทรวงสาธารณสุข ได้สั่งการให้จัดตั้งศูนย์ปฏิบัติการช่วยเหลือผู้ได้รับผลกระทบด้านสาธารณสุขจากภาวะหมอกควันในวันที่ 15 มีนาคม 2550 พร้อมแต่งตั้งคณะกรรมการอำนวยการ และคณะทำงานศูนย์ปฏิบัติการช่วยเหลือผู้ได้รับผลกระทบด้านสาธารณสุขจากภาวะหมอกควันขึ้น ณ สำนักบริหารสาธารณสุขภูมิภาค สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข ซึ่งคณะกรรมการทั้งสองคณะประกอบด้วยผู้บริหารและผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้องจากทุกกรมในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข และสั่งการให้สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดทุกจังหวัดเฝ้าระวังสถานการณ์ ตลอดจนให้บริการเบื้องต้นแก่ประชาชน พร้อมรายงานผู้ได้รับผลกระทบด้านสาธารณสุขจากภาวะหมอกควัน ส่งศูนย์ปฏิบัติการฯ ทุกวัน จนกว่าสถานการณ์เข้าสู่ภาวะปกติ

จากการดำเนินงานของเจ้าหน้าที่ผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ดังกล่าว พบว่าเจ้าหน้าที่ยังขาดความรู้เฉพาะทางและความเข้าใจด้านการป้องกัน ควบคุมและแก้ไขปัญหาจากสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ ตลอดจนความชัดเจนในวิธีการเก็บข้อมูลช่องทางไหลเวียนรายงาน จึงได้จัดทำโครงการถ่ายทอดความรู้ด้านการแก้ไขปัญหาผลกระทบสิ่งแวดล้อมต่อสุขภาพกรณีปัญหาหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือ เพื่อให้บุคลากรมีความรู้ความสามารถในการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนสาธิตวิธีใช้หน้ากากป้องกันฝุ่นและหมอกควันที่ถูกต้องให้บุคลากรต่าง ๆ นำไปใช้อย่างถูกต้องด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้บุคลากรของหน่วยงานสาธารณสุข หน่วยงานเครือข่ายที่เกี่ยวข้อง และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่ภาคเหนือ มีความรู้ความเข้าใจและสามารถให้คำแนะนำในการปฏิบัติตนเรื่องการป้องกัน ควบคุมและแก้ไขปัญหาผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษหมอกควันแก่ประชาชนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

2. เพื่อให้มีเครือข่ายการดำเนินงานที่เข้มแข็งและสามารถดำเนินงานป้องกันควบคุมและแก้ไขปัญหาจากสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ กรณีหมอกควันในพื้นที่ได้

รูปแบบการดำเนินการ การบรรยาย, การอภิปราย, การประชุมกลุ่มและการนำเสนอผลงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 380 คน ประกอบด้วย

1. ผู้บริหารกระทรวงสาธารณสุขและผู้บริหารกรมควบคุมโรค รวม 10 คน

2. แพทย์, พยาบาลและนักวิชาการสาธารณสุข จากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด, โรงพยาบาลศูนย์, โรงพยาบาลทั่วไปและโรงพยาบาลชุมชนของจังหวัดเชียงใหม่, ลำพูน, ลำปาง, แม่ฮ่องสอน, พะเยา, เชียงราย, แพร่, น่าน รวม 56 คน

3. หัวหน้ากลุ่มโรคและเจ้าหน้าที่จากสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 1-12 รวม 18 คน

4. เจ้าหน้าที่จากสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม รวม 20 คน

5. เจ้าหน้าที่สำนักงานสาธารณสุขอำเภอและอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านในพื้นที่ จ.เชียงใหม่ รวม 200 คน

6.เจ้าหน้าที่เทศบาลนครในจังหวัดเชียงใหม่และเทศบาลเมืองในจังหวัดลำพูน, ลำปาง, แม่ฮ่องสอน, พะเยา, เชียงราย , แพร่ และน่าน รวม 16 คน

7. เจ้าหน้าที่หน่วยงาน/เครือข่ายที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สสส., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ฯลฯ รวม 20 คน

8. วิทยากร รวม 12 คน

9. ผู้สังเกตการณ์ รวม 8 คน

10. ผู้จัดการประชุม รวม 20 คน

ระยะเวลาดำเนินการ วันที่ 9 ถึง 10 กรกฎาคม 2550

สถานที่จัดประชุม โรงแรมเชียงใหม่ออคิด จังหวัดเชียงใหม่

งบประมาณ จากงบประมาณของกรมควบคุมโรค เป็นเงินทั้งสิ้น 2,500,000 บาท ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ค่าเบี้ยเลี้ยงจำนวน (180 คน x 360 บาท/คน) + (200 คน x 180 บาท/คน)	เป็นเงิน	100,800	บาท
2. ค่าที่พัก (180 คน x 600 บาท/คน x 2 วัน)	เป็นเงิน	216,000	บาท
3. ค่าพาหนะ (80 คน x 10,000 บาท/คน) + (300 คน x 2,300 บาท/คน)	เป็นเงิน	1,490,000	บาท
4. ค่าอาหารบางมื้อ, อาหารว่างและเครื่องดื่ม	เป็นเงิน	456,000	บาท
5. ค่าสมนาคุณวิทยากร	เป็นเงิน	18,750	บาท
6. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	เป็นเงิน	20,000	บาท
7. ค่าวัสดุสำนักงาน/วัสดุโฆษณาและเผยแพร่	เป็นเงิน	30,000	บาท
8. ค่าวัสดุทางการแพทย์ (หน้ากากป้องกันฝุ่น, หมอกควัน)	เป็นเงิน	100,000	บาท
9. ค่าถ่ายเอกสาร	เป็นเงิน	20,000	บาท
10. ค่าเช่าห้องประชุม	เป็นเงิน	10,000	บาท
11.ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ในการจัดประชุม	เป็นเงิน	38,450	บาท
	รวมเป็นเงิน	2,500,000	บาท

<u>หมายเหตุ</u> ทุกรายการถัวเฉลี่ยจ่ายได้ไม่เกินวงเงินที่กำหนด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผู้รับผิดชอบโครงการ

กลุ่มวิจัยและพัฒนาวิชาการและกลุ่มจัดการเทคโนโลยี สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม และสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงใหม่

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

บุคลากรของหน่วยงานสาธารณสุข หน่วยงานเครือข่ายที่เกี่ยวข้อง และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่ภาคเหนือ มีความรู้ความเข้าใจและสามารถดำเนินงานป้องกัน ควบคุมและแก้ไขปัญหาผลกระทบต่อสุขภาพกรณีหมอกควันในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(ลงชื่อ) ผู้รับผิดชอบโครงการ (ลงชื่อ) ผู้รับผิดชอบโครงการ

(นายโอภาส ตั้งกิจถาวร) (นายสมเกียรติ ศิริรัตนพฤกษ์)
หัวหน้ากลุ่มจัดการเทคโนโลยี หัวหน้ากลุ่มวิจัยและพัฒนาวิชาการ

(ลงชื่อ) ผู้เสนอโครงการ

(นายดำจัด รามกุล)
ผู้อำนวยการสำนักโรคจากการประกอบอาชีพ
และสิ่งแวดล้อม

(ลงชื่อ) ผู้อนุมัติโครงการ

(นายเสรี หงษ์หยก)
รองอธิบดี ปฏิบัติราชการแทน
อธิบดีกรมควบคุมโรค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กำหนดการประชุมเพื่อถ่ายทอดความรู้ด้านการแก้ไขปัญหาผลกระทบสิ่งแวดล้อมต่อสุขภาพ
กรณีปัญหาหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือ
วันที่ 9 - 10 กรกฎาคม 2550
ณ โรงแรมเชียงใหม่ออคิด จังหวัดเชียงใหม่

<u>วันที่ 9 กรกฎาคม 2550</u>

08.00 - 08.30 น. - ลงทะเบียน

08.30 - 09.00 น. - พิธีเปิดการประชุม โดย รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงสาธารณสุข
กล่าวรายงานโดย ปลัดกระทรวงสาธารณสุข

09.00 - 09.30 น. - นโยบายของกระทรวงสาธารณสุขในการควบคุมผลกระทบต่อสุขภาพจากปัญหาหมอกควัน
โดย รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงสาธารณสุข

09.30 - 09.45 น. - พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม

09.45 – 12.00 น. - อภิปรายเรื่อง บทบาทและเครือข่ายในการป้องกันและแก้ไขปัญหาหมอกควัน
โดย - ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย
- นายกเทศมนตรีเทศบาลเมืองแม่ฮ่องสอน
- นายแพทย์สาธารณสุขจังหวัดเชียงใหม่
- พ่อหลวง จอนี โอโค่เชา ที่ปรึกษาเกษตรกรรมทางเลือก
ผู้ดำเนินการอภิปราย : นายแพทย์กำจัด รามกุล ผู้อำนวยการสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค

12.00 - 13.00 น. - พักรับประทานอาหารกลางวัน

13.00 - 14.00 น. - บรรยายเรื่อง มลพิษทางอากาศ : สาเหตุและกลไกการเกิดและการตรวจวัดมลพิษ
โดย – รศ.ดร.ชูจรสักดิ์ โสภาจารีย์ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ม.เชียงใหม่

14.00 - 15.00 น. - บรรยายเรื่อง ผลกระทบทางสุขภาพจากปัญหามลพิษทางอากาศ
โดย ดร.นพ.พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

15.00 - 15.15 น. - พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม

15.15 - 16.30 น. - สรุปบทเรียนและรายงานสถานการณ์ผลกระทบต่อสุขภาพจากหมอกควัน
โดย : นักวิชาการสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงใหม่, ลำพูน, ลำปาง, แม่ฮ่องสอน, พะเยา, เชียงราย, แพร่ และน่าน
ผู้ดำเนินการในการนำสนอ : นางรัชนีกร ขมสวน สำนักโรคจากการประกอบอาชีพฯ
ผู้ให้ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ : นายแพทย์สาธารณสุขจังหวัดเชียงใหม่
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย
ดร.นพ.สมเกียรติ ศิริรัตนพฤกษ์ สำนักโรคจากการประกอบอาชีพฯ
ดร.นพ. พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

<u>วันที่ 10 กรกฎาคม 2550</u>

09.00 – 10.30 น. - อภิปรายเรื่อง ระบบเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพมลพิษทางอากาศ

โดย - นายแพทย์พีบูล อิสสระพันธุ์ สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม

- ดร.สมชาย จวดศรี สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุโขทัย

ผู้ดำเนินการอภิปราย : ดร.นพ.สมเกียรติ ศิริรัตนพฤกษ์ สำนักโรคจากการประกอบอาชีพฯ

10.30 – 10.45 น. - พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม

10.45 – 12.00 น - ประชุมกลุ่มเรื่อง การพัฒนาระบบเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพมลพิษทางอากาศ

ชี้แจงแนวทางการประชุมกลุ่ม โดย ดร.นพ.สมเกียรติ ศิริรัตนพฤกษ์

วิทยากรประจำกลุ่ม : กลุ่มที่ 1 นางทวีวรรณ ลีระพันธ์, นางสุธิดา อุทะพันธุ์

กลุ่มที่ 2 นางรัชนีกร ชมสวน, นางสาวพัญศรี อนันตกุลนธี

กลุ่มที่ 3 นายโอภาส ตั้งกิจถาวร, นางดนึงนิจ นิชานนท์

กลุ่มที่ 4 นางศิริลักษณ์ สีมะพรชัย, ดร.พญ.ฉันทนา ผดุงทศ

12.00 – 13.00 น. - พักรับประทานอาหารกลางวัน

13.00 – 14.30 น. - นำเสนอผลการประชุมกลุ่ม 4 กลุ่ม

ผู้วิพากษ์ - นายวิกรม เสงคิศิริ สำนักโรคจากการประกอบอาชีพฯ

- ดร.อรสา โฆวินทะ สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์

- สำนักบริหารสาธารณสุข

- สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค

- นายพลากร วงศ์ทองแก้ว ผู้จัดการสำนักงานปฏิบัติการภาคเหนือ สถาบันพัฒนาองค์กรชุมชน

14.30 – 14.45 น. - พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม

14.45 – 16.30 น. - อภิปรายปัญหาทั่วไปและปิดการประชุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบตอบรับการเข้าร่วมประชุม
โครงการประชุมเพื่อถ่ายทอดความรู้ด้านการแก้ไขปัญหาผลกระทบสิ่งแวดล้อม
ต่อสุขภาพ กรณีปัญหาหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือ
ระหว่างวันที่ 9 - 10 กรกฎาคม 2550
ณ โรงแรมเชียงใหม่ออคิด จังหวัดเชียงใหม่

(กรุณากรอกรายละเอียดด้านล่างให้ชัดเจนและครบถ้วนด้วย)

ที่	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง	หน่วยงาน	โทรศัพท์ที่ติดต่อได้ และ E-mail

การเข้าพัก ☐ ไม่จองที่พัก
☐ จองที่พัก โรงแรมเชียงใหม่ออคิด จังหวัดเชียงใหม่ (เฉพาะจังหวัดนอกพื้นที่เชียงใหม่)
ประเภท ☐ ห้องพักเตี่ยว ☐ ห้องพักคู่ สำหรับ
1.....พักคู่กับ.....
2.....พักคู่กับ.....
3.....พักคู่กับ.....
โดยเข้าพักวันที่.....กรกฎาคม 2550 และออกจากที่พักวันที่.....กรกฎาคม 2550
และต้องการจองห้องพักสำหรับพนักงานขับรถยนต์จำนวน.....คน คือ.....(เบิกต้นสังกัด)

การเดินทาง
☐ เครื่องบิน
เดินทางไปโดยเครื่องบินวันที่ .....กรกฎาคม 2550 เที่ยวบินที่ .....เวลา .....น.
เดินทางกลับโดยเครื่องบินวันที่ .....กรกฎาคม 2550 เที่ยวบินที่ .....เวลา .....น.
☐ รถไฟ
☐ รถโดยสารประจำทางปรับอากาศ
☐ รถยนต์ของทางราชการ

อาหาร ☐ อาหารไทย ☐ มังสวิรัติ ☐ อิสลาม

หมายเหตุ 1. ให้ผู้เข้าร่วมประชุมทุกท่าน กรุณานำหนังสือส่งตัวหรือหนังสือขออนุมัติเดินทางไปเข้าร่วมประชุมจากหน่วยงาน ไปส่งประกอบการเบิกเงินที่โต๊ะการเงิน บริเวณหน้าห้องประชุมด้วย

2. กรณีเดินทางโดยเครื่องบิน กรุณานำใบเสร็จรับเงิน, E-ticket หรือตั๋วโดยสาร, และ Boarding Pass เพื่อแนบประกอบการเบิกเงินจากผู้จัดประชุมด้วย

3. กรณีเดินทางโดยรถยนต์ของทางราชการ กรุณานำสำเนาใบขออนุญาตใช้รถยนต์ไปเพื่อแนบประกอบการเบิกเงินค่าน้ำมันเชื้อเพลิง

4. ให้ส่งแบบตอบรับการเข้าร่วมประชุมนี้ ไปให้ฝ่ายบริหารทั่วไป (สุจิตรา ภาณุเจริญกุล) ภายในวันที่ 15 มิถุนายน 2550 ทางโทรสารหมายเลข 02-5904388 และหากมีข้อสงสัย กรุณาติดต่อ 02-5904386-7

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การประชุมวิชาการ "วิศวกรรมล้านนา ครั้งที่ 1" 9 -10 สิงหาคม 2550

มลภาวะทางอากาศในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่: สาเหตุ แนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหา

รศ.ดร.ขจรศักดิ์ โสภาจารีย์ [1] และ ผศ.ดร.เพชร เพ็งชัย [2]

บทคัดย่อ

ฝุ่นในอากาศเป็นปัญหามลพิษที่สำคัญปัญหาหนึ่งซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ซึ่งงานวิจัยนี้จึงได้ทำการตรวจวัดปริมาณฝุ่นในบรรยากาศของพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และลำพูนในช่วงเดือน มิถุนายน 2548 ถึงมิถุนายน 2549 โดยทำการวัดปริมาณฝุ่น PM $_{10}$ และการกระจายขนาดของฝุ่นขนาดต่าง ๆ นอกจากนี้ยังทำการวิเคราะห์หาสัดส่วนแหล่งที่มาของฝุ่นที่ทำการเก็บตัวอย่างได้แก่ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย โรงพยาบาลเทศบาล นครเชียงใหม่ หน้าที่ว่าการอำเภอสารภี และชุมชนไก่แก้ว จังหวัดลำพูน

ผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้น PM_{10} รายวันตลอดระยะเวลาสำรวจสามารถเรียงลำดับบริเวณที่มีความเข้มข้น PM_{10} รายวันจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ อำเภอสารภี > โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย > ชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูน > โรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่ ซึ่งมีเกินกว่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ (120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)โดยเฉพาะฤดูแล้งที่จุดเก็บอากาศที่อำเภอสารภีและโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยนั้นมีจำนวนวันที่ความเข้มข้น PM_{10} เกินค่ามาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 5.6 และ 4.0 ของจำนวนวันที่ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด ถือว่าเป็นบริเวณที่ประสบปัญหาคุณภาพอากาศรุนแรงกว่าสถานีเก็บอากาศโรงพยาบาลเทศบาลนคร นอกจากนี้ยังพบว่า สัดส่วน (%) ของความเข้มข้น PM แต่ละขนาดต่อความเข้มข้น PM รวม 5 ขนาดนั้น มีลำดับที่คล้ายคลึงกันทุกฤดูกาลและทุกสถานีตรวจวัดกล่าวคือ PM >10 มีสัดส่วนเฉลี่ยมากที่สุด (24-42%) รองลงมาคือ PM 2.5-10 มีสัดส่วน 21-34% ลำดับถัดไปคือ PM1.0-2.5 มีสัดส่วน 13-20% และถัดไปเป็น PM 0.5-1.0(9-18%) และ PM0.1-0.5 (7-13%) ตามลำดับ งานวิจัยยังพบว่าสัดส่วน $PM_{2.5}$/ PM_{10} พบว่าสถานีเก็บตัวอย่างอากาศที่ว่าการอำเภอสารภีและชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูนมีจำนวนวันที่ความเข้มข้น $PM_{2.5}$* เกินค่ามาตรฐานซึ่งคิดเป็นร้อยละ 52 และ 44 ของจำนวนวันที่ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 25 ตัวอย่าง ถือว่าเป็นบริเวณที่ประสบปัญหาคุณภาพอากาศกรณีของฝุ่นขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับมาตรฐานของ$PM_{2.5}$ของ USEPA (35ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ซึ่งรุนแรงกว่าสถานีเก็บอากาศโรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่ (36%) และโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย (32%) โดยเฉพาะในฤดูแล้ง ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นความรุนแรงของปัญหาคุณภาพอากาศในฤดูแล้งและความสำคัญของการตรวจวัดความเข้มข้น $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศรวมทั้งความจำเป็นในการตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่อำเภอสารภีและจังหวัดลำพูน นอกจากนี้จากการวิเคราะห์สัดส่วนแหล่งกำเนิดแสดงให้เห็นว่าโดยส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดมาจากการเผาไหม้พืช ขยะ การจราจรและฝุ่นทุติยภูมิ

คำสำคัญ : PM10; PM2.5; ปริมาณฝุ่น; การกระจายขนาดของฝุ่น

---

[1] รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

โทรศัพท์ : 053-944131 โทรสาร: 053-210328 e-mail: pompoon@eng.cmu.ac.th

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คำนำ

ฝุ่นละอองในอากาศเป็นปัญหามลพิษที่สำคัญปัญหาหนึ่งซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม รายงานหลายฉบับได้สรุปว่าปริมาณฝุ่นในอากาศมีความสัมพันธ์กับอัตราการตายรวมทั้งการเจ็บป่วยของมนุษย์ด้วยโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ (Abbey, D.E และคณะ, Brunekreef, B. และคณะ, Dockery, D.W. และคณะ, Pope III, C.A. และคณะ, Englert, N, และอรุบล โชติพงค์) กล่าวกันว่าฝุ่นที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพนั้นแบ่งได้เป็นสามขนาดคือฝุ่นละเอียด (Fine particle) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตามพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของฝุ่นในกระแสอากาศ (Aerodynamic Diameter) เล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) และฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 10 ไมครอน(PM10) และฝุ่นหยาบ (Coarse particle) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจาก 10 ถึง 2.5ไมครอน(PM10-2.5)

ในหลายปีที่ผ่านมา พื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ประสบปัญหาทางด้านคุณภาพอากาศ โดยมีรายงานยืนยันว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศมีค่าสูงเกินมาตรฐานในฤดูหนาวอันอาจมีสาเหตุมาจากการเผาใบไม้และการจราจรที่เพิ่มมากขึ้นทุกวัน ผลการศึกษาของ อุษณีย์ วินิจเขตคำนวณ และคณะพบว่าช่วงปี 2541-2542 ปริมาณ PM10 และ PM2.5 รายวันมีค่าอยู่ในช่วง 15.39-138.31 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร และ 27.29-173.40 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับซึ่งมีค่าสูงในช่วงเดือนธันวาคม 2541 ถึง เมษายน 2542 โดยค่าเฉลี่ยรายวันของ PM2.5 จะมีค่าสูงกว่ามาตรฐานPM 2.5 ของ USEPA 3-6 เท่า รายงานดังกล่าวยังระบุว่าค่า PM2.5 รายวันในฤดูหนาวมีค่าสูงซึ่งอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ ในขณะเดียวกันก็มีรายงานว่าประชากรในจังหวัดเชียงใหม่มีอัตราการตายด้วยโรคมะเร็งปอดสูงที่สุดในประเทศ โดยผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดมีจำนวนมากจัดเป็นอันดับหนึ่งของผู้ป่วยมะเร็งทุกชนิดในรอบ 5 ปีระหว่างปี พ.ศ. 2534-2538 (Martin และคณะ, อรทัย คุณประดิษฐ์ และคณะ) นอกจากนี้พบว่าในปี 2537 ผู้คนที่อาศัยในจังหวัดเชียงใหม่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจถึง 33% และเพิ่มขึ้นเป็น 45% ในปี 2542 (city life,Chiangmai) เฉลิม ลิ่วศรีสกุล และคณะได้ทำการวิจัยปัญหามลพิษอากาศต่อการทำงานของปอด:การศึกษาในตำรวจจราจรในเมืองเชียงใหม่ พบว่าตำรวจจราจรซึ่งมีโอกาสสัมผัสกับมลพิษทางอากาศในรูปของฝุ่นธาตุมากที่สุดนั้น มีความผิดปกติทั้งในด้านอาการของโรคระบบทางเดินหายใจและความผิดปกติของสมรรถภาพปอด การตรวจพบฝุ่นธาตุบนหน้ากากของตำรวจจราจรเป็นสิ่งที่ยืนยันว่ามีการสัมผัสกับฝุ่นธาตุจริง ทั้งนี้อาการทางระบบทางเดินหายใจที่พบได้บ่อยที่สุดในตำรวจจราจรคืออาการไอ

โครงการวิจัยนี้ได้ดำเนินการเพื่อนำเสนอข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหามลพิษดังกล่าวข้างต้นของจังหวัดเชียงใหม่รวมไปถึงจังหวัดข้างเคียงคือจังหวัดลำพูน ข้อมูลดังกล่าวแบ่งออกได้เป็นสามด้านหลักดังต่อไปนี้ ก) ข้อมูลแยกฤดูเกี่ยวกับปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ ในอากาศภายในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูนเพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานฝุ่นในอากาศ ข) ข้อมูลเกี่ยวกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝุ่นขนาดต่างๆและการกระจายขนาดของฝุ่นในอากาศบริเวณพื้นที่ศึกษาภายในแต่ละ ค) ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดฝุ่นในอากาศซึ่งถือเป็นกุญแจสำคัญในการตัดสินใจวางแผนเพื่อป้องกันคุณภาพชีวิตมนุษย์และอนุรักษ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมจากปัญหาคุณภาพอากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

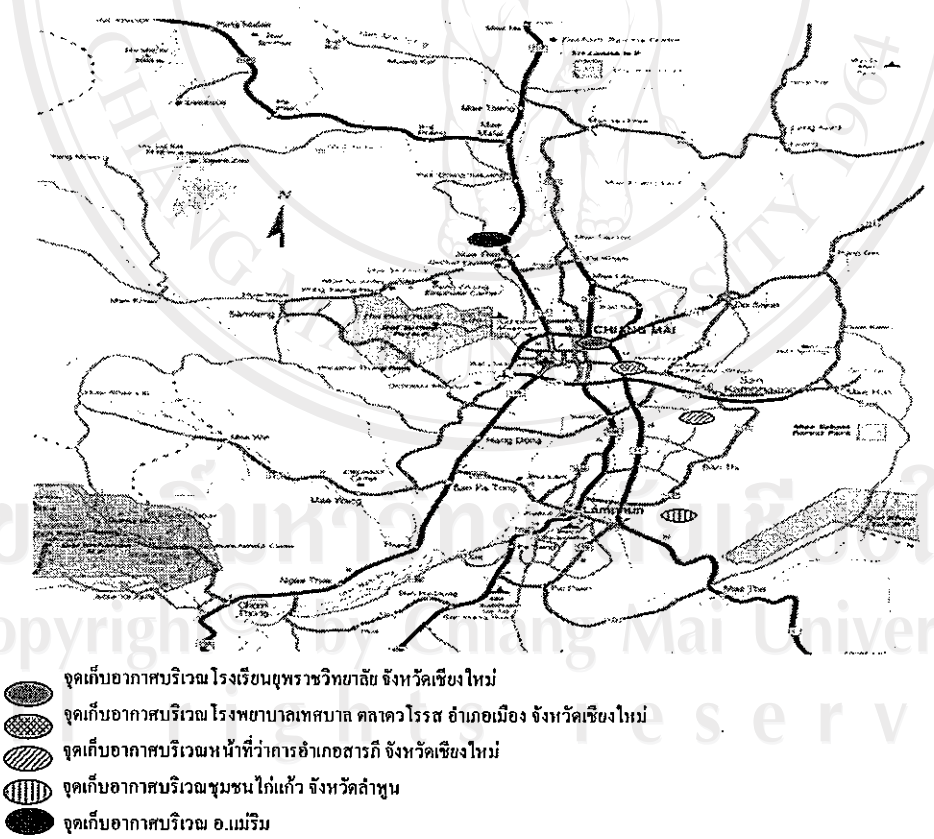
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

สถานีเก็บตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกสถานีเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นจำนวน 4 สถานี โดยรายละเอียดแสดงไว้ในรูปที่ 1 และตารางที่ 1 ทั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบปริมาณ PM10 ของสถานีเก็บตัวอย่างอากาศกับพื้นที่ทั่วไปที่ได้รับผลกระทบน้อย (Background) ได้กำหนดให้สถานีเก็บตัวอย่างอากาศที่แม่ริม ของกลุ่มวิจัยคณะแพทยศาสตร์เป็นพื้นที่ได้รับผลกระทบน้อย

<u>ตารางที่ 1</u> สถานีเก็บตัวอย่างอากาศในงานวิจัยครั้งนี้

สถานีเก็บตัวอย่าง	แนวโน้มด้านความเสี่ยงต่อผลกระทบทางสุขภาพ	ข้อมูลฝุ่นกิจกรรมหลักในพื้นที่
โรงพยาบาลเทศบาลฯ ตลาดวโรรส อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	มีรายงานว่าอนุภาคฝุ่นในอากาศมีความเป็นพิษตลอดทั้งปี (Vinitketkumnuen U., 2001-2002)	ย่านที่มีประชากรสัญจรหนาแน่น และประกอบการพาณิชย์ ในตัวเมืองเชียงใหม่
หน้าที่ว่าการอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่	มีรายงานว่าประชากรมีอัตราการเจ็บป่วยด้วยโรคทางเดินหายใจสูง (Vinitketkumnuen U., 2001-2002)	ย่านสถานที่ราชการและการจราจรหนาแน่นนอกตัวเมืองเชียงใหม่
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	ยังไม่มีข้อมูลด้านสุขภาพ	ย่านที่พักอาศัย สถานที่ราชการ และจราจรหนาแน่น ใจกลางเมืองของจังหวัดเชียงใหม่
ชุมชนไก่แก้ว อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน	ยังไม่มีข้อมูลด้านสุขภาพ	ย่านที่พักอาศัยและการจราจรเบาบาง ใจกลางเมืองของจังหวัดลำพูน



<u>รูปที่ 1</u> แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเก็บตัวอย่างฝุ่น

ตัวอย่างฝุ่นที่ทำการศึกษาในโครงการนี้แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกคือ PM10 ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างพร้อมกันทั้ง 4 สถานีเก็บตัวอย่างด้วยความถี่ 3 วันครั้ง ครั้งละ 24 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องเก็บอากาศ High Volume PM10 Air Sampler (Wedding & Associates Inc, USA.) ดูดอากาศด้วยอัตราการไหลประมาณ 1,130 ลิตรต่อนาทีผ่าน Ouartz Fiber Filter กลุ่มที่สองคืออนุภาคฝุ่น 5 ขนาดในบรรยากาศซึ่งทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้เครื่อง High Volume cascade Impactor (Chemvol model 2400; Rupprecht & Patashnick Co., Inc.) ที่มีอัตราการดูดอากาศประมาณ 760±40 ลิตรต่อนาที เครื่อง High Volume cascade Impactor จะทำการดูดอากาศผ่านชั้น Polyurethane foam (PUF) ทั้งหมด 5 ชั้น อนุภาคฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า PM10 จะถูกแยกไปเก็บไว้ใน PUF ชั้นบนสุดก่อนและชั้นถัด ๆ มาจะมีอนุภาคระหว่างขนาด 2.5-10 ไมครอน (PM 2.5-10) 1.0-2.5 ไมครอน (PM1.0-2.5) 0.5-1.0 ไมครอน (PM0.5-1.0) และ 0.1-0.5 ไมครอน (PM 0.1-0.5) แยกอยู่ตามลำดับ ในการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น 5 ขนาดนี้จะทำด้วยความถี่ 3 วันครั้ง ครั้งละ1 สถานีเก็บตัวอย่าง ตัวอย่างละ 12-24 ชั่วโมง หมุนเวียนกันไปเรื่อย ๆ จนครบ 4 สถานีแล้วเว้นระยะไป 5 วัน ก่อนจะเริ่มเวียนมาเก็บที่สถานีเดิมอีกในวันที่ 6 ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลการกระจายของฝุ่นทุก 15 วัน ทั้งนี้โครงการได้ว่าจ้างเจ้าหน้าที่วิจัยภาคสนามมาประจำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างทุกสถานีเพื่อคอยรับผิดชอบเก็บตัวอย่าง PM10 ไว้ใน Quartz Fiber Filter ทุกๆ 3 วัน และเก็บตัวอย่างฝุ่น 5 ขนาดไว้ใน PUF ทุก ๆ 15 วัน Quartz Fiber Filter และ PUF ที่เก็บได้จะถูกนำมาชั่งโดยเครื่องชั่ง 5 ตำแหน่งของ Mettler Toledo (U.S.A.) AG285 ซึ่งถูกครอบไว้ด้วยตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของ Dessicator Cabinet DE-300

ความเข้มข้นของ PM10 และความเข้มข้นของฝุ่น 5 ขนาดนั้นคำนวณจากการนำผลต่างของน้ำหนัก filter ก่อนเก็บอนุภาคฝุ่นรวมและหลังเก็บอนุภาคฝุ่นรวม (หน่วยเป็นกรัม) มาหารด้วยปริมาตรอากาศทั้งหมดที่เครื่องเก็บอากาศดูดผ่าน Quartz Fiber Filter หรือ PUF (หน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร)

การเก็บข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

มีการเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาจากสถานีตรวจวัดอากาศที่โรงเรียนยุพราชวิทยาลัยในการดูแลของกรมควบคุมมลพิษ สถานีตรวจอากาศที่สนามบินจังหวัดเชียงใหม่ในการดูแลของกรมการบินพาณิชย์ และสถานีตรวจอากาศที่จังหวัดลำพูนในการดูแลของกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานใช้ประกอบการพิจารณาช่วงเวลาที่ควรมีการเฝ้าระวังปัญหาปริมาณฝุ่นเกินมาตรฐานของจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ทำการเก็บ ได้แก่ ปริมาณฝน อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ทัศนวิสัย ความยาวนานของแสงแดด ความเร็วและทิศทางลม

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของทั้งสามสถานีตรวจวัดอากาศสรุปไว้ในตารางที่ 2 ซึ่งโครงการวิจัยนี้ได้แบ่งช่วงเวลาที่ใช้ในการศึกษาออกเป็น 4 ช่วงเวลา (ฤดู)โดยอาศัยข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของทั้งสามสถานีตรวจวัดอากาศเป็นหลัก ฤดูฝน (Wet season) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2548 ถึงเดือน กันยายน 2548 และ มิถุนายน 2549 มีปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งสามสถานี 0.4 ± 1.05 มิลลิเมตร/วัน ฤดูแล้ง (Dry season) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2548 ถึง มีนาคม 2549 มีปริมาณฝนเฉลี่ย 0.007 ± 0.02 9 มิลลิเมตร/วัน ช่วงเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูหนาว (Transition - 1) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2548 ถึง พฤศจิกายน 2548 มีปริมาณฝนเฉลี่ย 0.085 ± 0.25 มิลลิเมตร/วัน ช่วงเปลี่ยนจากฤดู

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หนาวเป็นฤดูฝน (Transition – 2) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่เดือน เมษายน 2549 ถึง พฤษภาคม 2549 มีปริมาณฝนเฉลี่ย 0.13 ± 0.32 มิลลิเมตร/วัน

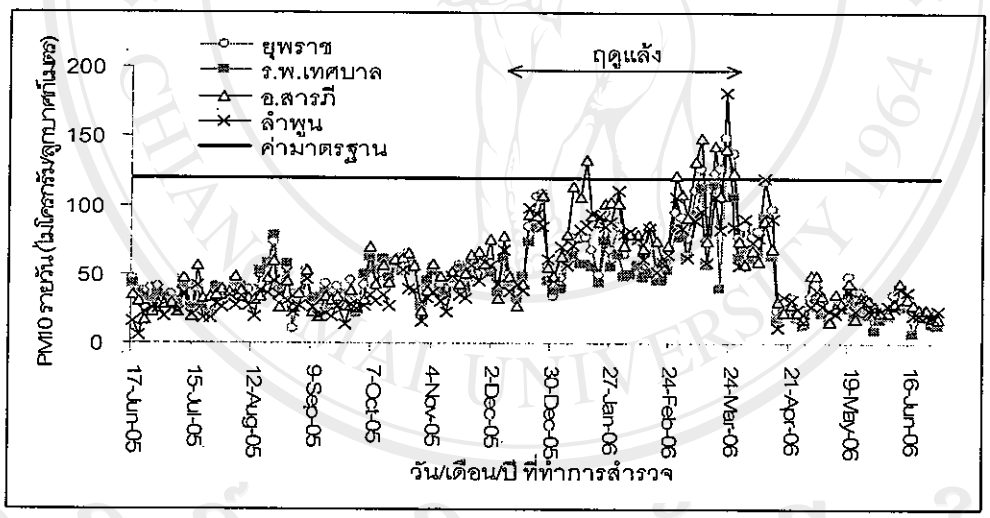
ตารางที่ 2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (ค่าเฉลี่ยรายวัน ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ฤดู	ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา	โรงเรียนยุพราช	สนามบินจังหวัดเชียงใหม่	จังหวัดลำพูน
ฝน	ปริมาณฝน (มิลลิเมตร/วัน)	0.40 ± 1.1	6.73 ± 10.4	1.79 ± 6.1
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27.8 ± 1.6	26.9 ±1.4	28.5 ± 5.8
	ความกดอากาศ (มิลลิเมตรปรอท)	729.5 ± 2.1	754.1 ±1.7	734.6 ± 1.6
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	69.3 ± 20.2	85.4 ± 5.7	78.2 ± 7.4
	ความยาวนานของแสงแดด (วัน)	-	0.26 ± 0.2	-
	ทัศนวิสัย (กม.)	-	10.8 ± 0.9	11.0 ±
	ทิศทาง และความเร็วลม (เมตร/วินาที)	ทิศใต้ ความเร็ว 1.6-2.1	ทิศตะวันตกและทิศตะวันตกเฉียงใต้ ความเร็ว 1.6-5.1	-
Transition1	ปริมาณฝน (มิลลิเมตร/วัน)	0.41 ± 0.2	3.4 ± 9.4	0.02 ± 0.1
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	26.8 ± 1.4	25.2 ±1.4	26.2 ± 1.5
	ความกดอากาศ (มิลลิเมตรปรอท)	733.9 ± 1.3	758.5 ±1.4	738.8 ± 1.3
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	69.9 ± 5.7	83.8 ± 4.6	78.9 ± 2.7
	ความยาวนานของแสงแดด (วัน)	-	0.5 ± 0.2	-
	ทัศนวิสัย (กม.)	-	9.6 ± 1.3	6.6 ±
Trans1	ทิศทาง และความเร็วลม (เมตร/วินาที)	ทิศเหนือ ความเร็ว 1.5-2.1	ทิศตะวันตกและทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ความเร็ว 1.5-2.1	-
แล้ง	ปริมาณฝน (มิลลิเมตร/วัน)	0.40 ± 0.0	0.5 ± 2.2	0.1 ± 0.7
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	25.6 ± 3.1	23.9 ±3.2	24.4 ± 3.2
	ความกดอากาศ (มิลลิเมตรปรอท)	733.4 ± 1.8	758.4 ±2.2	738.2 ± 1.8
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	68.6 ± 10.6	69.3 ± 12.0	65.0 ± 11.0
	ความยาวนานของแสงแดด (วัน)	-	0.6 ± 0.2	-
	ทัศนวิสัย (กม.)	-	8.7 ± 1.5	4.0 ±
	ทิศทาง และความเร็วลม (เมตร/วินาที)	ทิศเหนือ ความเร็ว 1.5-2.1	ไม่ชัดเจน แปรปรวน	-
rans2	ปริมาณฝน (มิลลิเมตร/วัน)	0.38 ± 0.3	6.9 ± 17.4	0.7 ± 1.2
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	28.7 ± 2.7	27.6 ± 2.6	28.1 ± 2.7
	ความกดอากาศ (มิลลิเมตรปรอท)	731.2 ± 1.2	755.5 ± 1.3	735.9 ± 1.1
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	68.1 ± 11.6	74.5 ± 12.3	70.9 ± 12.1
	ความยาวนานของแสงแดด (วัน)	-	0.5 ± 0.3	-
	ทัศนวิสัย (กม.)	-	10.3 ± 1.3	6.5±
	ทิศทาง และความเร็วลม (เมตร/วินาที)	ทิศเหนือ และใต้ แปรปรวน ความเร็ว 1.5-5.1	ทิศตะวันตกและทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ความเร็ว 1.5-5.1	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณ PM10

ความเข้มข้น PM10 ของทั้งสี่สถานีตรวจวัดอากาศในโครงการแสดงไว้ในรูปที่ 2 พบว่าความเข้มข้น PM10 ของสถานีเก็บอากาศทั้งสี่สถานีมีค่าอยู่ระหว่าง 5 ถึง 182 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร โดยฤดูแล้งมีระดับ PM10 รายวันสูงกว่าฤดูอื่นๆ ซึ่งตารางที่ 3 แสดงให้เห็นได้ว่าทุกสถานีเก็บอากาศมีระดับ PM10 รายวันเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ (120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ในฤดูแล้ง โดยเฉพาะที่อำเภอสารภีและโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยนั้นมีจำนวนวันที่ความเข้มข้น PM10 เกินค่ามาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 5.6 และ 4.0 ของจำนวนวันที่ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด ถือว่าเป็นบริเวณที่ประสบปัญหาคุณภาพอากาศรุนแรงกว่าสถานีเก็บอากาศโรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่และชุมชนไก่แก้วจังหวัด ลำพูน จากค่าเฉลี่ยความเข้มข้น PM_{10} รายวันตลอดระยะเวลาสำรวจสามารถเรียงลำดับบริเวณที่มีความเข้มข้นPM_{10} รายวันจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ อำเภอสารภี > โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย > ชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูน > โรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่ ทั้งนี้เมื่อนำข้อมูลระดับ PM10รายวันของโครงการนี้ไปเปรียบเทียบกับความเข้มข้น PM 10 ที่ตรวจวัดได้จากสถานีเก็บอากาศ อ.แม่ริม (background) ของกลุ่มวิจัยคณะแพทยศาสตร์ก็พบว่าผลเป็นไปตามความคาดหมาย กล่าวคือความเข้มข้น PM_{10} รายวันที่สถานีเก็บอากาศ อ.แม่ริม มีค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาโครงการเท่ากับ 30.98 $\pm$ 1.68 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ค่านี้ได้จากการปรับแก้โดยอาศัยสมการถดถอยที่ได้จากการเปรียบเทียบระดับความเข้มข้น PM_{10} ที่ตรวจวัดโดยเครื่องเก็บอากาศของทั้งสองโครงการ) ซึ่งถือว่ามีค่าน้อยกว่าสถานีเก็บอากาศทั้งสี่แห่งของโครงการนี้ (paired t-test, t = 16.25-26.64; P<0.05)



รูปที่ 2 ความเข้มข้น PM10 ของทั้งสี่สถานีตรวจวัดอากาศ

เมื่อนำความเข้มข้น PM_{10} รายวัน ในแต่ละสถานีเก็บอากาศตัวอย่างมาหาความสัมพันธ์โดยวิธี Pearson Correlation ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่า สถานีเก็บอากาศตัวอย่างทั้ง 3 สถานีของจังหวัดเชียงใหม่มีความสัมพันธ์กันทุกฤดู (r=0.819-0.909, p<0.01) สำหรับสถานีเก็บอากาศจังหวัดลำพูนนั้นพบว่าในฤดูฝนและช่วงเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูแล้งความเข้มข้น PM_{10} รายวันมีความสัมพันธ์กับสถานีเก็บอากาศตัวอย่างโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยและโรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่ในระดับปานกลาง (r=0.528-0.624, p<0.01) และมีความสัมพันธ์ระดับค่อนข้างสูง (r=0.702-0.871, p<0.01) กับสถานีเก็บอากาศตัวอย่างที่ว่าการอำเภอสารภี ส่วนในฤดูแล้งและช่วงเปลี่ยนจากฤดูแล้งเป็นฤดูฝนนั้นถือได้ว่าความเข้มข้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3 สรุปผลการตรวจวัดความเข้มข้น PM_{10}

สถานีเก็บอากาศตัวอย่าง	จำนวนวันที่ตรวจวัด PM_{10}	จำนวนวันที่เกินค่ามาตรฐาน PM_{10} ในบรรยากาศ		ร้อยละที่เกินค่ามาตรฐาน	ค่าเฉลี่ยระดับ PM_{10} รายวันตลอดโครงการ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
		ฤดูแล้ง	ฤดูอื่นๆ		
รร. ยุพราชวิทยาลัย	125	5	0	4.0	52.9 ± 27.3
รพ.เทศบาลนครเชียงใหม่	126	1	0	0.8	45.3 ± 23.1
อำเภอ สารภี	126	7	0	5.6	54.5 ± 31.5
ชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูน	126	1	0	0.8	46.5 ± 29.2

PM_{10} รายวันของสถานีเก็บอากาศจังหวัดลำพูนมีความสัมพันธ์ในระดับสูง ($r=0.900-0.988$, $p<0.01$) กับสถานีเก็บอากาศตัวอย่างทั้ง 3 จุดของจังหวัดเชียงใหม่ ผลข้างต้นชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้น PM_{10} รายวันภายในจังหวัดเชียงใหม่ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยเดียวกัน (แหล่งกำเนิด ลักษณะทางภูมิศาสตร์ ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ฯลฯ) ตลอดทั้งปี และปัจจัยดังกล่าวนี้ยังมีอิทธิพลต่อความเข้มข้น PM_{10} รายวันของจังหวัดลำพูนตั้งแต่เริ่มฤดูแล้งไปจนสิ้นสุดช่วงเปลี่ยนฤดูจากแล้งเป็นฝนอีกด้วย แสดงว่าการควบคุมคุณภาพอากาศของจังหวัดเชียงใหม่นั้นจำเป็นต้องทำทั้งจังหวัดไม่ควรมุ่งทำเพียงจุดใดจุดหนึ่งและควรขยายขอบเขตการพิจารณาไปยังจังหวัดข้างเคียงเช่นลำพูนด้วย กล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าการควบคุมคุณภาพอากาศของจังหวัดลำพูนให้ได้ผลนั้นก็จำเป็นต้องขยายขอบเขตการพิจารณาไปยังจังหวัดข้างเคียงเช่นเชียงใหม่ด้วยเช่นกัน

ผลการนำข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยามาหาความสัมพันธ์กับความเข้มข้น PM_{10} รายวัน โดยวิธี Pearson Correlation ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แสดงไว้ในตารางที่ 4 จากตารางเห็นได้ว่า ทัศนวิสัยและความชื้นสัมพัทธ์แปรผกผันกับความเข้มข้น PM_{10} รายวันโดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง ($r = -0.6$ ถึง -0.7) ส่วนข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาชนิดอื่นนั้นถือว่ามีระดับความสัมพันธ์กับความเข้มข้น PM_{10} น้อยมาก ($r = -0.1$ ถึง -0.4) ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นความเป็นไปได้ของการใช้ทัศนวิสัยและความชื้นสัมพัทธ์ในการเฝ้าระวังความเข้มข้น PM_{10} ภายในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน

การกระจายตัวของขนาดฝุ่น

จากข้อมูลความเข้มข้นPM 5 ขนาดที่วัดได้บริเวณสถานีเก็บอากาศของโครงการ กล่าวได้ว่าความเข้มข้นPM แต่ละขนาดไม่มีแนวโน้มเด่นจำเพาะเฉพาะทั้งในรายวันและรายฤดูดังได้แสดงข้อมูลดิบไว้ในรูปที่ 3

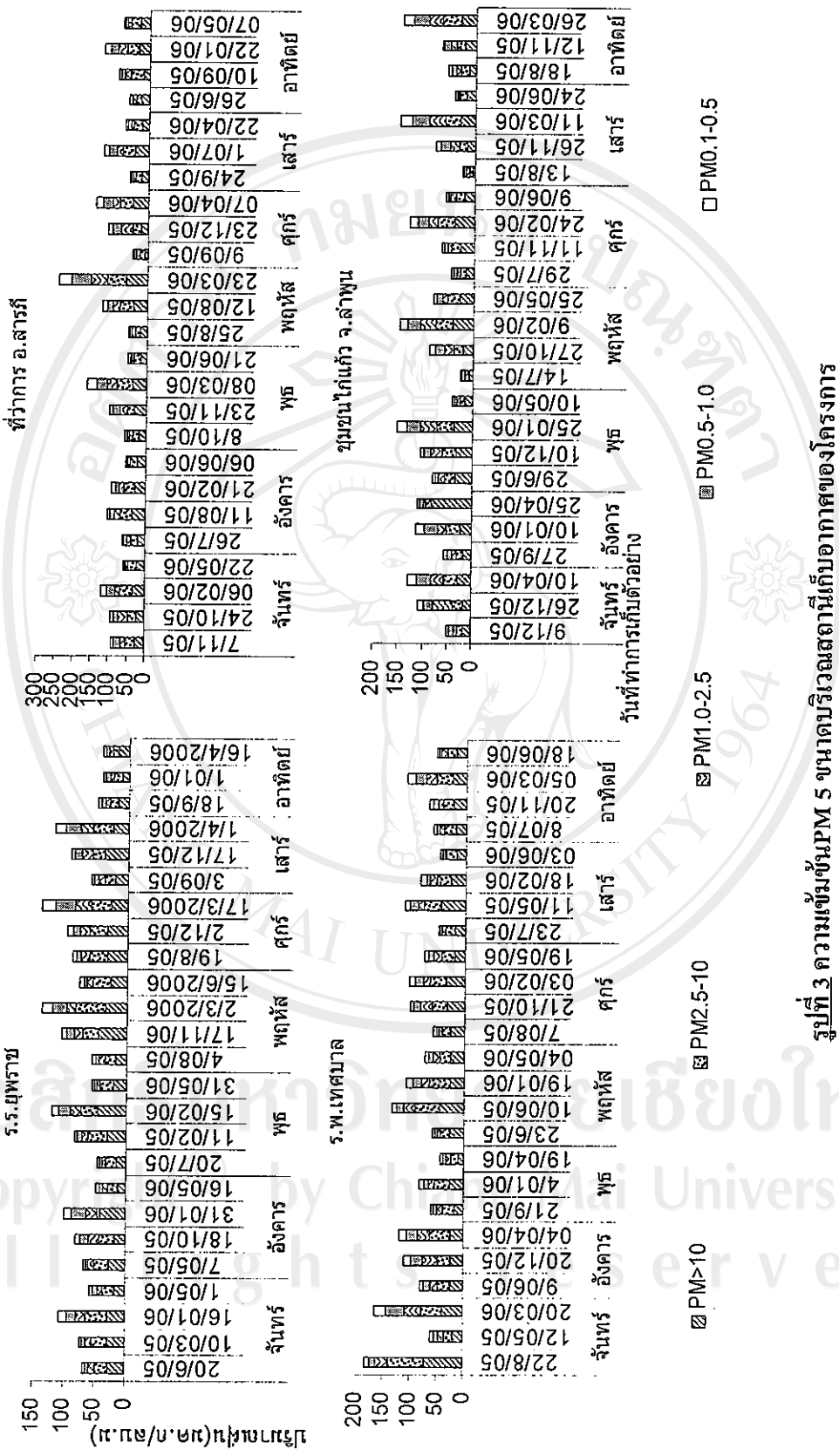
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient: r) ระหว่างข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยากับความเข้มข้น PM_{10} รายวัน

สถานีเก็บตัวอย่างอากาศ	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	ความชื้นสัมพัทธ์กับ PM_{10}	ทัศนวิสัยกับ PM_{10}	ฝนกับ PM_{10}	แสงแดดกับ PM_{10}
รร. ยุพราชวิทยาลัย	การบินพาณิชย์เชียงใหม่	-0.679	-	-0.303	-
	กรมควบคุมมลพิษ	-0.436	-0.696	-0.193	+0.301
ร.พ.เทศบาล	การบินพาณิชย์เชียงใหม่	-0.532	-0.657	-0.291	+0.235
	กรมควบคุมมลพิษ	-0.365	-	-0.177	-
ชุมชนไก่แก้ว จ.ลำพูน	การบินพาณิชย์เชียงใหม่	-0.673	-0.635	-0.324	+0.393
	กรมควบคุมมลพิษ	-0.448	-	-0.230	-
	อุตุนิยมวิทยา จ.ลำพูน	-0.644	-0.685	-	-
ที่ว่าการ อ.สารภี	การบินพาณิชย์เชียงใหม่	-0.644	-0.644	-0.325	+0.432
	กรมควบคุมมลพิษ	-0.447	-0.644	-0.218	+0.432
	อุตุนิยมวิทยา จ.ลำพูน	-0.602	-0.661	-0.148	-

หมายเหตุ – หมายถึงทดสอบแล้วไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

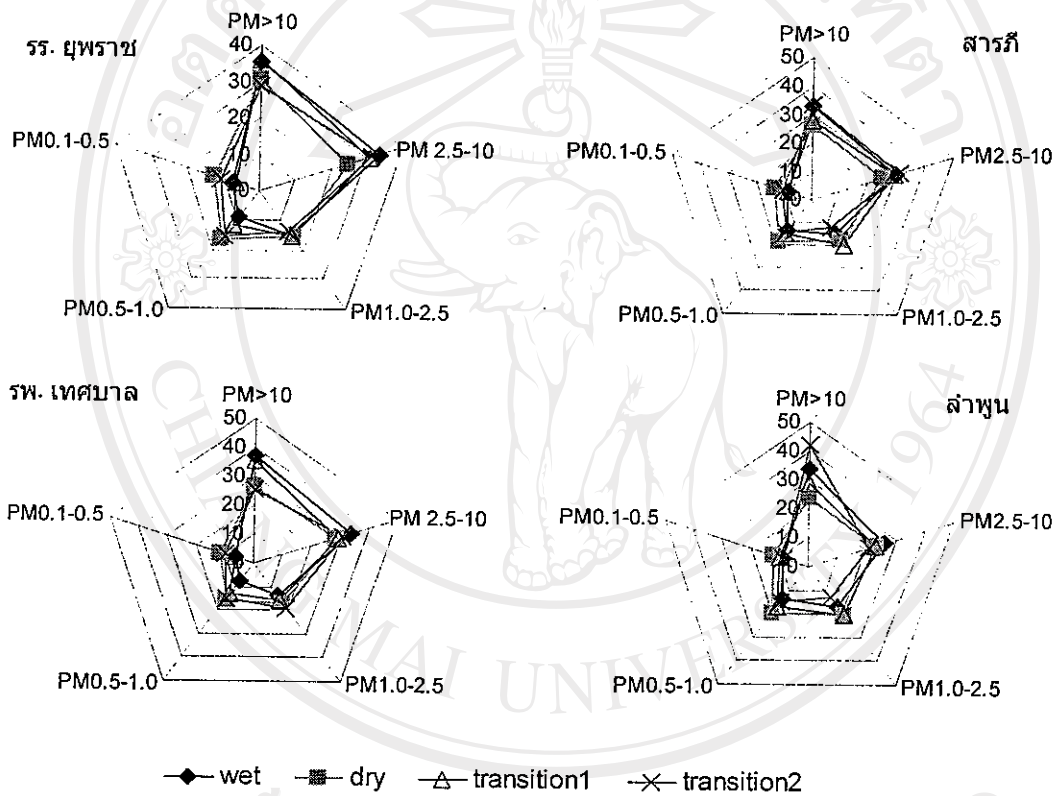
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3 ความเข้มข้นPM 5 ขนาดบริเวณสถานีเก็บอากาศของโครงการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

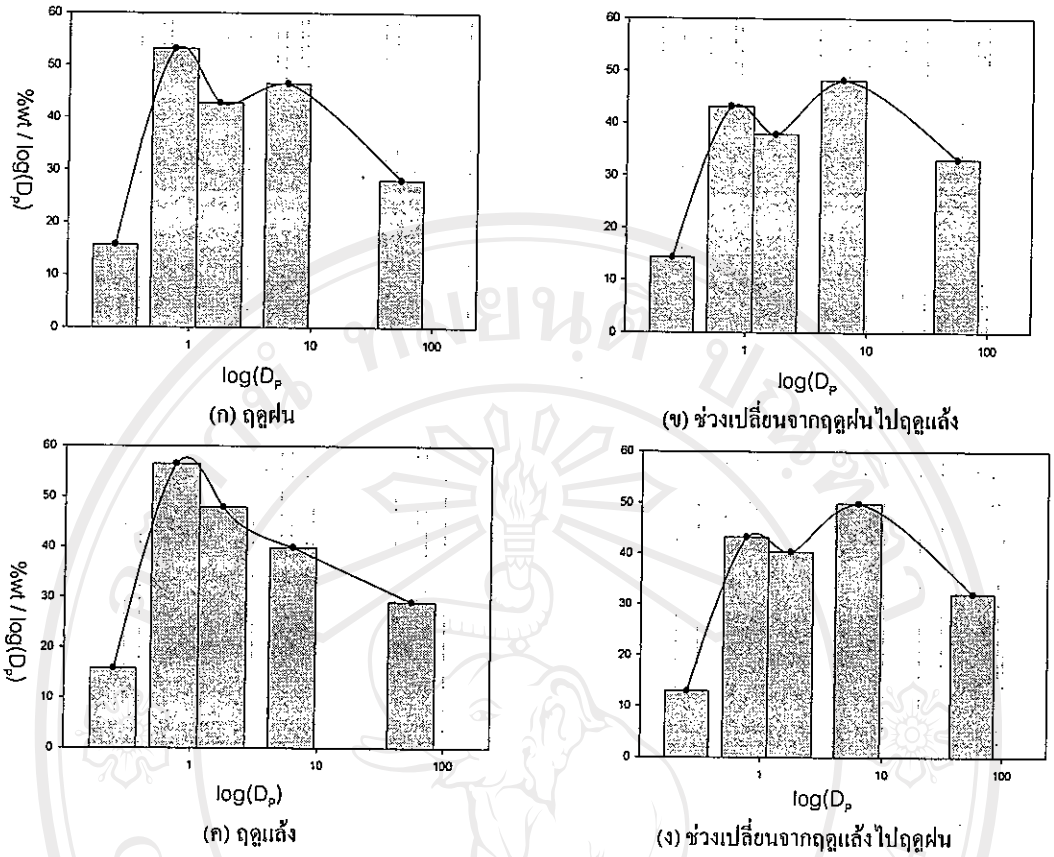
อย่างไรก็ตามในด้านสัดส่วน (%) ของความเข้มข้น PM แต่ละขนาดต่อความเข้มข้น PM รวม 5 ขนาดนั้นพบว่ามีลำดับที่คล้ายคลึงกันทุกฤดูกาลและทุกสถานีตรวจวัดดังนี้ PM >10 มีสัดส่วนเฉลี่ยมากที่สุด (24-42%) รองลงมาคือ PM 2.5-10 มีสัดส่วน 21-34% ลำดับถัดไปคือ PM1.0-2.5 มีสัดส่วน 13-20% และถัดไปเป็น PM 0.5-1.0(9-18%) และ PM0.1-0.5 (7-13%) ตามลำดับดังเห็นแนวโน้มได้จากรูปที่ 4 ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่ามีการฟุ้งกระจายของฝุ่นขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอนขึ้นสู่อากาศในปริมาณไม่น้อย ดังนั้นในการพิจารณามาตรการลดความเข้มข้นฝุ่นในอากาศ นอกเหนือจาก PM10 ที่กล่าวกันว่ามีขนาดเล็กพอที่จะทำให้เกิดผลกระทบทางลบต่อระบบทางเดินหายใจแล้ว ยังอาจต้องคำนึงถึงฝุ่นขนาดใหญ่กว่า PM10 บ้างด้วยเนื่องจากในบางฤดูกาลมีมวลในอากาศมากถึง 42% ของฝุ่นทั้งหมด



รูปที่ 4 ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนมวลPMแต่ละขนาดต่อมวล PM รวมทั้ง 5 ขนาด (%)

สำหรับการกระจายตัวของขนาดฝุ่นนั้นพบว่ามีรูปแบบที่น่าสนใจแยกตามฤดูได้ดังแสดงในรูปที่ 5 จากกราฟความสัมพันธ์ของ % wt/ log(Dp) กับ log(DP) พบว่ายกเว้นฤดูแล้ง ลักษณะการกระจายตัวของฝุ่นแต่ละขนาดในสามฤดูแบ่งได้เป็น 2 ช่วง(bimodal) โดยมีค่า % wt/ log(Dp) สูงที่ PM 0.5-1.0 ไมครอนและ PM 4.0-8.0 ไมครอน ซึ่งลักษณะการกระจายแบบ bimodal นี้มีความคล้ายคลึงกับที่พบบริเวณพื้นที่กรุงเทพมหานครในงานวิจัยของนเรศ (นเรศ และคณะ 2548) ส่วนในฤดูแล้งนั้นเป็นที่น่าสังเกตว่า PM 0.5-1.0 ไมครอนมีค่า % wt/ log(Dp) มากกว่าอนุภาคขนาดอื่นอย่างเห็นได้ชัด จากผลนี้คาดคะเนได้ว่าน่าจะมีแหล่งกำเนิดฝุ่นชนิดพิเศษที่เข้ามามีบทบาทในการเพิ่มจำนวนอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กในฤดูแล้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



<u>รูปที่ 5</u> การกระจายตัวของ PM 5 ขนาดบริเวณสถานีเก็บอากาศทั้งสี่แยกตามฤดูกาล

คณะผู้วิจัยได้ทดลองคำนวณผลรวมของความเข้มข้นอนุภาคขนาดน้อยกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5* = [PM1.0-2.5] + [PM 0.5-1.0] + [PM0.1-0.5]) และผลรวมของความเข้มข้นอนุภาคขนาดน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM10* = [PM2.5-10] + [PM1.0-2.5] + [PM 0.5-1.0] + [PM0.1-0.5]) ได้ผลดังสรุปไว้ในตารางที่ 5 ถึงแม้ความเข้มข้น PM2.5* และ PM10* ที่คำนวณได้นี้อาจน้อยกว่าความเป็นจริงเล็กน้อยเนื่องจากเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศของโครงการไม่สามารถเก็บฝุ่นขนาดน้อยกว่า 0.1 ไมครอนได้ แต่ก็ถือว่าแสดงถึงความเข้มข้นอย่างต่ำของ PM2.5 จึงสมควรนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐาน PM2.5 ของ EPA (65 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) และสัดส่วน PM2.5*/PM10* ที่คำนวณได้นั้นก็คาดว่าน่าจะใกล้เคียงกับสัดส่วน PM2.5/PM10 ที่มีอยู่จริงในบรรยากาศจึงน่าจะนำมาเปรียบเทียบกับผลจากงานวิจัยอื่นได้

พบว่าสถานีเก็บตัวอย่างอากาศที่ว่าการอำเภอสารภีและชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูนมีจำนวนวันที่ความเข้มข้น $PM_{2.5}$ * เกินค่ามาตรฐานทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 52 และ 44 ของจำนวนวันที่ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 25 ตัวอย่าง ถือว่าเป็นบริเวณที่ประสบปัญหาคุณภาพอากาศกรณีของฝุ่นขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับมาตรฐานของ $PM_{2.5}$ ของ USEPA ซึ่งรุนแรงกว่าสถานีเก็บอากาศโรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่ (36%) และโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย (32%) จากตารางเห็นได้ว่า $PM_{2.5}$* ที่เกินมาตรฐานนั้นตรวจพบในฤดูแล้งเกือบทุกกรณี นอกจากนี้ยังเป็นที่น่าสังเกตว่าชุมชนไก่แก้วที่ไม่ค่อยมีปัญหาในด้านความเข้มข้น PM_{10} นั้นกลับถือเป็นบริเวณที่ควรเฝ้าระวังมากกว่าบริเวณอื่นในด้านความเข้มข้น $PM_{2.5}$ ส่วนที่อำเภอสารภีนั้นพบว่ามีปัญหาเด่นชัดทั้งในด้านความเข้มข้น PM_{10} และ $PM_{2.5}$* ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นความรุนแรงของปัญหาคุณภาพอากาศในฤดูแล้งและความสำคัญของการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยรายฤดูของ PM2.5* และ PM2.5*/ PM10* ในโครงการ

สถานี	ฝน		ฝน-แล้ง		แล้ง		แล้ง-ฝน		จำนวนวันที่เกินมาตรฐาน $PM_{2.5}^{*}$	
	$PM_{2.5}^{*}$	$PM_{2.5}^{*}/PM_{10}^{*}$	$PM_{2.5}^{*}$	$PM_{2.5}^{*}/PM_{10}^{*}$	$PM_{2.5}^{*}$	$PM_{2.5}^{*}/PM_{10}^{*}$	$PM_{2.5}^{*}$	$PM_{2.5}^{*}/PM_{10}^{*}$	ฤดูแล้ง	ฤดูอื่น
โรงเรียนขุพราช	19.7	0.48	28.6	0.51	46.7	0.64	25.8	0.53	6	2
โรงพยาบาลเทศบาล	21.4	0.47	36.3	0.55	46.4	0.60	34.1	0.58	5	4
ที่ว่าการอำเภอสารภี	21.3	0.54	41.0	0.59	67.6	0.65	30.7	0.49	8	5
ชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูน	19.7	0.62	40.5	0.62	67.8	0.68	33.2	0.61	7	4

ตรวจวัดความเข้มข้น $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศรวมทั้งความจำเป็นในการตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่อำเภอสารภีและจังหวัดลำพูน

ในส่วนของค่าเฉลี่ย PM2.5*/PM10* พบว่าสถานีเก็บอากาศชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูนมีค่าเฉลี่ย PM2.5*/PM10* สูงสุดคือ 0.64 ส่วนสถานีเก็บอากาศอื่น ๆ มีค่าอยู่ในช่วง 0.54-0.58 จากตารางที่ 5 ยังพบว่าสัดส่วน PM*2.5/PM*10 ในฤดูแล้งมีค่าสูงสุดในทุกสถานีเก็บอากาศโดยมีค่าระหว่าง 0.60-0.68 ซึ่งถือว่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาของรพีพัฒน์ (รพีพัฒน์ 2543) และของธเนศและคณะ (2547) ที่ทำการวิเคราะห์ PM*2.5/PM*10 ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร งานวิจัยแรกพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.61-0.68 ส่วนงานวิจัยหลังพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.64-0.67 เนื่องจากสัดส่วน PM2.5*/PM10* ที่สูงแสดงให้เห็นว่าฝุ่นส่วนใหญ่ในบรรยากาศมีขนาดเล็กพอที่จะเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนลึกได้ ผลข้างต้นจึงย้ำให้เห็นถึงความสำคัญของการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในฤดูแล้งโดยเฉพาะบริเวณชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูนและอำเภอสารภี ตลอดจนย้ำให้เกิดจินตนาการว่าในฤดูแล้งมีแหล่งกำเนิดฝุ่นชนิดพิเศษที่ปล่อยอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กสู่บรรยากาศ ในที่นี้อาจเป็นฝุ่นทุติยภูมิอันเกิดจากการเปลี่ยนสภาพของ NO_x SO_2 และสารประกอบอินทรีย์ในบรรยากาศก็เป็นได้

แหล่งกำเนิดที่เป็นไปได้ของฝุ่น

คณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลความเข้มข้น PM10 และองค์ประกอบทางเคมีของ PM10 (ได้รับความอนุเคราะห์จากกลุ่มวิจัยคณะวิทยาศาสตร์) ของแต่ละสถานีมาวิเคราะห์แหล่งกำเนิดที่เป็นไปได้โดยวิธีองค์ประกอบหลักสัมบูรณ์ (Absolute Principal Component Analysis : APCA, varimax rotation, communiality > 0.7, Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) > 0.6) พบว่าตัวอย่าง PM_{10} ที่เก็บจากทั้ง 4 จุดเก็บตัวอย่างได้รับอิทธิพลจากแหล่งกำเนิด (PC : Principal Component) ตั้งแต่ 11-13 ชนิดขึ้นอยู่กับสถานที่ ค่าสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบหลัก (PC loading) ที่ได้จากการคำนวณได้ถูกนำมาเปรียบเทียบกับองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นจากแหล่งกำเนิดชนิดต่างๆในงานวิจัยอื่นเพื่อระบุแหล่งกำเนิดของ PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างได้ผลดังแสดงในตารางที่ 6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 6 ชนิดและองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นลักษณะเด่นของแหล่งกำเนิด PM10 ที่เป็นไปได้ในโครงการ

โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	โรงพยาบาลเทศบาล	ที่ว่าการอำเภอสารภี	ชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูน
1. ไอเสียรถน้ำมันเบนซินทั้งแบบติดตั้งและไม่ติดตั้ง catalyst (benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, benzo(a)pyrene, indeno[1,2,3-cd]pyrene, dibenzo[a,h]anthracene, benzo[ghi]perylene) 2.ฝุ่นถนน (Al, Mg, Mn, Si, Ti) 3. ไอเสียรถน้ำมันดีเซล (fluoranthene, pyrene, benzo(a)anthracene, chrysene) 4.การเผาพืชในที่โล่ง (K, K^+) 5.ฝุ่นทุติยภูมิ (NH_4^+, SO_4^{2-}) 6.ฝุ่นจากร้านซ่อมรถ (Cd, Sr, V) 7.ฝุ่นจากโรงเคาะและพ่นสีรถ (Cu, P) 8.แหล่งกำเนิดที่ให้ Cr และ Fe สูง 9.แหล่งกำเนิดที่ให้ Na^+ และ Cl^- 10. การเผาขยะในที่โล่ง (Hg, TC) 11. แหล่งกำเนิดที่ให้ acenaphthylene สูง	1. ฝุ่นถนน (Al, Ca, Mg, Mn, Sr, Ti, V) 2. ไอเสียรถน้ำมันเบนซินแบบไม่ติดตั้ง catalyst (fluoranthrene, pyrene, benzo(a)anthracene, chrysene, benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene) 3. ไอเสียรถน้ำมันเบนซินแบบติดตั้ง catalyst (benzo(a)pyrene, indeno[1,2,3-cd]pyrene และ benzo[ghi]perylene) 4. การเผาพืชและขยะในที่โล่ง (K, K^+, Pb, Ba) 5. ฝุ่นจากร้านซ่อมรถ (As, Cr, Fe) 6. ดิน (Ca^+) 7. การเคาะและพ่นสีรถ (Cu, P) 8. ฝุ่นทุติยภูมิผสมรวมกับฝุ่นที่พัดมาจากทางไกล (NH_4^+, SO_4^{2-}, Na) 9. แหล่งกำเนิดที่ให้ Cd สูง 10.แหล่งกำเนิดที่ให้ naphthalene และ TC สูง 11.แหล่งกำเนิดที่ให้ phenanthrene สูง	1. ไอเสียรถน้ำมันเบนซินทั้งแบบติดตั้งและแบบไม่ติดตั้ง catalyst (benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, benzo(a)pyrene, indeno[1,2,3-cd]pyrene, dibenzo(a,h)anthracene และ benzo[ghi]perylene) 2. ฝุ่นถนน (Al, Mg, Mn, Si, Sr และ Ti) 3. ฝุ่นทุติยภูมิ (NH_4^+, SO_4^{2-} และ Pb) 4. ไอเสียรถน้ำมันดีเซล (ของ fluoranthrene, pyrene, benzo(a)anthracene และ chrysene) 5. การเผาพืชในที่โล่ง (K, K^+, NO_3^-) 6. การเคาะและพ่นสีรถ(Cu, P) 7. แหล่งกำเนิดที่ให้ As และ Cd สูง 8. ฝุ่นจากร้านซ่อมรถ (Cr, Fe) 9. แหล่งกำเนิดที่ให้ naphthalene สูง 10. แหล่งกำเนิดที่ให้ acenaphthalene และ fluorine สูง 11. แหล่งกำเนิด Na^+ และแหล่งกำเนิด Cl^- 12. แหล่งกำเนิดที่ให้ mg สูง	1. ไอเสียรถน้ำมันเบนซินแบบไม่ติดตั้ง catalyst (benzo(a)pyrene, indeno[1,2,3-cd]pyrene, dibenzo(a,h)anthracene, benzo[ghi]perylene, TC) 2. การเผาขยะในที่โล่ง (Pb, Cl^-, fluoranthrene, pyrene, benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene) 3. ฝุ่นถนน (Ba, Ca, Fe, Mg, Mn, Si) 4. ฝุ่นจากการจราจรที่ไม่ตกพื้น (Cd, As, Mn, Sr และ Ti) 5. การประกอบอาหาร (benzo(a)anthracene, chrysene) 6. ฝุ่นทุติยภูมิ (NH_4^+, SO_4^{2-}, Pb) 7. การเผาพืชในที่โล่ง (K, K^+) 8. การเคาะและพ่นสีรถ(Cu, P) 9. ฝุ่นจากร้านซ่อมรถ (Cr, Fe) 10. แหล่งกำเนิดที่ให้ Ba, acenapthene สูง 11. แหล่งกำเนิดที่ให้ Zn สูง 12. แหล่งกำเนิดที่ให้ naphthalene สูง 13. แหล่งกำเนิดที่ให้ NO_3^- สูง

ในขั้นต่อไป คณะผู้วิจัยได้คำนวณ PC zero score ขึ้นมาตามวิธี absolute principal component (Thurston and Spengler, 1985) แล้วนำ PC zero score ไปลบออกจาก PC score ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้างต้น เพื่อให้ได้ APC score (absolute principal component score) ของแต่ละข้อมูล จากนั้นจึงนำ APC score ไปหาความสัมพันธ์กับข้อมูลความเข้มข้น PM10 ที่สำรวจได้จริงโดยใช้วิธีถดถอยพหูคูณในโปรแกรม SPSS version10.0 (multiple regression analysis, stepwise) ซึ่งมีสมการเป็นดังต่อไปนี้

$$C_i = b_{0,i} + \sum APCS_p \times b_{p,i} \qquad (1)$$

C_i : ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมี ชนิด i (ในที่นี้คือ PM10) ที่ไม่ผ่านการ standardized

$b_{0,i}$: ค่าคงที่สำหรับองค์ประกอบทางเคมี ชนิด i (ในที่นี้คือ PM10)

$APCS_p$: absolute principal component score สำหรับแหล่งกำเนิดชนิด p

$b_{p,i}$: สัมประสิทธิ์สมการถดถอยสำหรับองค์ประกอบทางเคมีชนิด i (ในที่นี้คือ PM10) แหล่งกำเนิดชนิด p

การคำนวณสัดส่วนการแจกแจงปริมาณฝุ่นของแหล่งกำเนิด PM10 (% PM10 source contribution) ได้คิดจากผลรวมของพจน์ที่เป็นบวกในสมการ (1) โดยแยกคำนวณเป็นรายฤดู ผลปรากฏว่าจากแหล่งกำเนิดที่เป็นไปได้ 11-13 ชนิดนั้น (ตารางที่ 6) มีเพียงไม่กี่ชนิดที่พบว่ามีผลต่อระดับความเข้มข้น PM10 รายวันดังแสดงไว้ในตารางที่ 7

จากตารางเป็นที่น่าสนใจว่าถึงแม้รอบ ๆ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัยจะไม่มีพื้นที่การเกษตรหรือป่า แต่ก็พบว่า 73-82% ของความเข้มข้น PM10 บริเวณนั้นมาจากการเผาพืชในขณะที่ 18-27% ที่เหลือนั้นระบุชนิดแหล่งกำเนิดไม่ได้ซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลายชนิดรวม ๆ กันและจะมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดปี (เป็นสัดส่วนของค่า $b_{0,i}$ ในสมการ (1) ผลนี้บอกเป็นนัยว่าฝุ่นจากกิจกรรมการเผาพืช (ในที่นี้อาจเป็นการเผาใบไม้เพื่อกำจัดขยะ การเผาเพื่อเตรียมพื้นที่ในการเกษตร รวมไปถึงการเกิดไฟไหม้ป่า) อาจถูกพัดพาเข้าสู่บรรยากาศในเมืองได้ ส่วนสถานีเก็บตัวอย่างโรงพยาบาลเทศบาลนั้นพบว่า 73-93% ของความเข้มข้น PM10 นั้นระบุชนิดแหล่งกำเนิดไม่ได้ซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลาย ๆ ชนิดรวม ๆ กันและจะคงที่อยู่ตลอดปี ส่วนที่เหลืออีก 7-27% นั้นส่วนใหญ่มาจากการเผาพืชและเผาขยะเป็นหลัก ยกเว้นกรณีของฤดูแล้งที่พบว่าอีก 20%ของความเข้มข้น PM10 มาจากดิน ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นความยากลำบากในการลดความเข้มข้น PM10 บริเวณโรงพยาบาลเทศบาล เนื่องจากกว่า 70% ของ PM10 นั้นจะลอยคงที่อยู่ในอากาศ ถึงแม้จะประสบความสำเร็จในการลดการเผาพืชและเผาขยะ ก็ไม่แน่ว่าจะสามารถลดปริมาณ PM10 คงที่ดังกล่าวในอากาศได้ อย่างไรก็ตามจากผลดังกล่าวทำให้ทราบว่าการพรมน้ำเพื่อลดการฟุ้งกระจายของดินในฤดูแล้งนั้นสามารถลดปริมาณ PM10 ในอากาศบริเวณโรงพยาบาลเทศบาลได้ไม่น้อย (20%) สำหรับบริเวณที่ว่าการอำเภอสารภีนั้น พบว่า 43-62% ของ PM10 มาจากการเผาพืช 3-9% มาจากไอเสียรถน้ำมันดีเซล 0-3% มาจากแหล่งกำเนิดที่ให้ naphthalene สูง และ 30-49% เป็นค่าคงที่ตลอดปีของบริเวณซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลาย ๆ ชนิดรวม ๆ กัน ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้น PM10 บริเวณที่ว่าการอำเภอสารภีอาจลดลงถึงกว่า 40%หากประสบความสำเร็จในการรณรงค์ลดการเผาพืช อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่า 30-49%ของความเข้มข้น PM10 นั้นเป็นส่วนที่ลอยคงที่อยู่ในอากาศ ถึงแม้จะประสบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 7 สัดส่วนการแจกแจงของแหล่งกำเนิดที่มีผลต่อระดับ PM10 รายวัน

ฤดู	รร.ยุพราช	รพ.เทศบาล	อำเภอสารภี	ชุมชนไก่แก้ว
ฝน	เผาพืช 73 %	เผาพืช และขยะ 7 %	เผาพืช 43 %	เผาพืช 33 %
			ระบุไม่ได้ 49 %	ระบุไม่ได้ 47 %
	ระบุไม่ได้ 27 %	ระบุไม่ได้ 93 %	รถน้ำมันดีเซล 7 %	ทำอาหาร 9 %
			แหล่ง naphthalene 1%	แหล่ง NO_3^- 11%
ฝน →แล้ง	เผาพืช 75 %	เผาพืช และขยะ 7 %	เผาพืช 51 %	เผาพืช 35 %
			ระบุไม่ได้ 44 %	ระบุไม่ได้ 43 %
	ระบุไม่ได้ 25 %	ระบุไม่ได้ 93 %	รถน้ำมันดีเซล 3 %	ทำอาหาร 13 %
			แหล่ง naphthalene 2 %	แหล่ง NO_3^- 9 %
แล้ง	เผาพืช 82 %	เผาพืช และขยะ 6 %	เผาพืช 58 %	เผาพืช 40 %
		ระบุไม่ได้ 73 %	ระบุไม่ได้ 30 %	ระบุไม่ได้ 32 %
	ระบุไม่ได้ 18 %	ดิน 20 %	รถน้ำมันดีเซล 9 %	ทำอาหาร 17 %
		ฝุ่นทุติยภูมิ 1 %	แหล่ง naphthalene 3 %	แหล่ง NO_3^- 11%
แล้ง →ฝน	เผาพืช 76 %	เผาพืช และขยะ 7 %	เผาพืช 54 %	เผาพืช 38 %
		ฝุ่นทุติยภูมิ 3 %	ระบุไม่ได้ 40 %	ระบุไม่ได้ 48 %
	ระบุไม่ได้ 24 %	ระบุไม่ได้ 90 %	รถน้ำมันดีเซล 6 %	ทำอาหาร 7 %
				แหล่ง NO_3^- 7%

หมายเหตุ "ระบุไม่ได้" หมายถึงเป็นสัดส่วนของ PM10 ที่คงที่ตลอดปี (สัดส่วนของค่า $b_{0,i}$ ในสมการ (1)) คาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลายชนิดรวมๆกันระบุชื่อไม่ได้ ส่วนที่ขีดเส้นใต้คือแหล่งกำเนิดที่มี สัดส่วนการแจกแจง PM10 (% PM10 contribution) สูงสุดในฤดูนั้นๆ

ความสำเร็จในการลดการเผาพืช ก็ไม่แน่ว่าจะสามารถลดปริมาณ PM10 คงที่ดังกล่าวในอากาศได้ ส่วนความเข้มข้น PM10 บริเวณชุมชนไก่แก้วนั้น พบว่า 33-40% มาจากการเผาพืช 7-17% มาจากการประกอบอาหาร 7-11% มาจากแหล่งกำเนิดที่ให้ NO_3^- สูง ส่วนที่เหลืออีก 32-48% นั้นระบุไม่ได้ ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้น PM10 บริเวณชุมชนไก่แก้วนั้น อาจลดลงถึงกว่า 30% หากประสบความสำเร็จในการรณรงค์ลดการเผาพืช อย่างไรก็ตามกล่าวได้ว่า 32-48 %ของความเข้มข้น PM10 ที่ลอยคงที่อยู่ในอากาศนั้นคาดว่าคงลดได้ลำบาก นอกจากนี้เป็นที่น่าสังเกตว่ามีแหล่งกำเนิดที่ยังระบุชื่อไม่ได้ปล่อย NO_3^- ในปริมาณสูงและมีอิทธิพลต่อความเข้มข้น PM10 คิดเป็นสัดส่วนได้กว่า 7% จากผลข้างต้นของทั้งสี่สถานีตรวจวัดสรุปได้ว่าแหล่งกำเนิดหลักของ PM10 บริเวณจุดเก็บตัวอย่างของโครงการในทุกฤดูกาลนั้นส่วนหนึ่งมาจากการเผาพืชหรือขยะในที่โล่ง อีกส่วนหนึ่งเป็นส่วนที่ระบุชื่อแหล่งกำเนิดไม่ได้ (สัดส่วนของค่า $b_{0,i}$ ในสมการ (3.4-1) ซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลายชนิดรวม ๆ กันและมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดปี นอกนั้นเป็นแหล่งกำเนิดปลีกย่อยต่างๆที่มีสัดส่วนการแจก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แจงอยู่ในช่วง 3–20% เช่น ดิน ไอเสียจากรถน้ำมันดีเซล ฝุ่นจากการประกอบอาหาร ฝุ่นจากแหล่งกำเนิด naphthalene ฝุ่นจากแหล่งกำเนิด NO_3^- และฝุ่นทุติยภูมิ โดยพบว่าแหล่งกำเนิดปลีกย่อยต่างๆเหล่านี้เข้ามามีบทบาทมากในพื้นที่บริเวณอำเภอสารภีและชุมชนไก่แก้ว เมื่อย้อนไปดูผลของความเข้มข้น PM10 รายวัน ความเข้มข้น PM2.5* และสัดส่วน PM2.5*/PM10* แล้วสันนิษฐานได้ว่าฝุ่นขนาดเล็กบริเวณสองสถานีเก็บตัวอย่างดังกล่าวมาจากแหล่งกำเนิดปลีกย่อยต่าง ๆ เหล่านี้เอง

ดังนั้นการลด ละ เลิกการเผาพืชและขยะในที่โล่งทุกฤดูกาลและการป้องกันไฟป่าจึงถือเป็นหัวใจสำคัญในการลดความเข้มข้น PM10 ในอากาศบริเวณจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน โดยเฉพาะในพื้นที่บริเวณอำเภอสารภีและชุมชนไก่แก้วนั้นสมควรเพิ่มการเฝ้าระวังฝุ่นจากแหล่งกำเนิดชนิดอื่น ๆ เช่น ไอเสียจากรถน้ำมันดีเซล ฝุ่นจากการประกอบอาหาร ฝุ่นจากแหล่งกำเนิด naphthalene และฝุ่นจากแหล่งกำเนิด NO_3^- ควบคู่ไปด้วย ทั้งนี้ ผลการคำนวณสัดส่วนการแจกแจงของแหล่งกำเนิด PM10 ดังกล่าวข้างต้นควรใช้เพื่อพิจารณามาตรการลดความเข้มข้น PM10 เป็นหลัก

สรุป

ความเข้มข้น PM_{10}

ความเข้มข้น PM_{10} ของสถานีเก็บอากาศทั้งสี่สถานีมีค่าอยู่ระหว่าง 5 ถึง 182 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร โดยฤดูแล้งมีระดับ PM_{10} รายวันสูงกว่าฤดูอื่นๆกล่าวคือทุกสถานีเก็บอากาศมีระดับ PM_{10} รายวันเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ (120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ในฤดูแล้ง โดยเฉพาะที่อำเภอสารภีและโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยนั้นมีจำนวนวันที่ความเข้มข้น PM_{10} เกินค่ามาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 5.6 และ 4.0 ของจำนวนวันที่ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด ถือว่าเป็นบริเวณที่ประสบปัญหาคุณภาพอากาศรุนแรงกว่าสถานีเก็บอากาศโรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่และชุมชนไก่แก้วจังหวัด ลำพูน จากค่าเฉลี่ยความเข้มข้น PM_{10} รายวันตลอดระยะเวลาสำรวจสามารถเรียงลำดับบริเวณที่มีความเข้มข้น PM_{10} รายวันจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ อำเภอสารภี > โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย > ชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูน > โรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่ นอกจากนี้ผลการหาความสัมพันธ์ปริมาณฝุ่นในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของแต่ละฤดูอธิบายได้ว่า ความเข้มข้น PM_{10} รายวันภายในจังหวัดเชียงใหม่ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยเดียวกัน (แหล่งกำเนิด ลักษณะทางภูมิศาสตร์ ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ฯลฯ) ตลอดทั้งปี และปัจจัยดังกล่าวนี้ยังมีอิทธิพลต่อความเข้มข้น PM_{10} รายวันของจังหวัดลำพูนตั้งแต่เริ่มฤดูแล้งไปจนสิ้นสุดช่วงเปลี่ยนฤดูจากแล้งเป็นฝนอีกด้วย แสดงว่าการควบคุมคุณภาพอากาศของจังหวัดเชียงใหม่นั้นจำเป็นต้องทำทั้งจังหวัดไม่ควรมุ่งทำเพียงจุดใดจุดหนึ่งและควรขยายขอบเขตการพิจารณาไปยังจังหวัดข้างเคียงเช่นลำพูนด้วย กล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าการควบคุมคุณภาพอากาศของจังหวัดลำพูนให้ได้ผลนั้นก็จำเป็นต้องขยายขอบเขตการพิจารณาไปยังจังหวัดข้างเคียงเช่นเชียงใหม่ด้วยเช่นกัน

ผลการนำข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยามาหาความสัมพันธ์กับความเข้มข้น PM_{10} รายวัน โดยวิธี Pearson Correlation ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าทัศนวิสัยและความชื้นสัมพัทธ์แปรผกผันกับความเข้มข้น PM_{10} รายวันโดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง ($r = -0.6$ ถึง -0.7) ส่วนข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาชนิดอื่นนั้นถือว่ามีระดับความสัมพันธ์กับความเข้มข้น PM_{10} น้อยมาก ($r = -0.1$ ถึง -0.4) ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นความเป็นไปได้ของการใช้ทัศนวิสัยและความชื้นสัมพัทธ์ในการเฝ้าระวังความเข้มข้น PM_{10} ภายในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การกระจายตัวของขนาดฝุ่น

จากข้อมูลความเข้มข้น PM 5 ขนาดที่วัดได้บริเวณสถานีเก็บอากาศของโครงการ กล่าวได้ว่าความเข้มข้น PM แต่ละขนาดไม่มีแนวโน้มเด่นจำเพาะเฉพาะทั้งในรายวันและรายฤดู อย่างไรก็ตามในด้านสัดส่วน (%) ของความเข้มข้น PM แต่ละขนาดต่อความเข้มข้น PM รวม 5 ขนาดนั้นพบว่ามีลำดับที่คล้ายคลึงกันทุกฤดูกาลและทุกสถานีตรวจวัดดังนี้ PM >10 มีสัดส่วนเฉลี่ยมากที่สุด (24-42%) รองลงมาคือ PM 2.5-10 มีสัดส่วน 21-34% ลำดับถัดไปคือ PM1.0-2.5 มีสัดส่วน 13-20% และถัดไปเป็น PM 0.5-1.0(9-18%) และ PM0.1-0.5 (7-13%) ตามลำดับ สำหรับการกระจายตัวของขนาดฝุ่นซึ่งแสดงโดยกราฟความสัมพันธ์ของ % wt/ log (D_p) กับ log(DP) นั้นพบว่า ยกเว้นฤดูแล้งลักษณะการกระจายตัวของฝุ่นแต่ละขนาดในสามฤดูแบ่งได้เป็น 2 ช่วง (bimodal) โดยมีค่า % wt/ log(Dp) สูงที่ PM 0.5-1.0 ไมครอนและ PM 4.0-8.0 ไมครอน ซึ่งลักษณะการกระจายแบบ bimodal นี้มีความคล้ายคลึงกับที่พบบริเวณพื้นที่กรุงเทพมหานครในงานวิจัยของนเรศ (นเรศและคณะ 2548) ส่วนในฤดูแล้งนั้นเป็นที่น่าสังเกตว่า PM 0.5-1.0 ไมครอนมีค่า % wt/ log(Dp) มากกว่าอนุภาคขนาดอื่นอย่างเห็นได้ชัด จากผลนี้คาดคะเนได้ว่าน่าจะมีแหล่งกำเนิดฝุ่นชนิดพิเศษที่เข้ามามีบทบาทในการเพิ่มจำนวนอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กในฤดูแล้ง

ความเข้มข้นอนุภาคขนาดน้อยกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$* = [PM1.0-2.5] + [PM 0.5-1.0] + [PM0.1-0.5]) และผลรวมของความเข้มข้นอนุภาคขนาดน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}* = [PM2.5-10] + [PM1.0-2.5] + [PM 0.5-1.0] + [PM0.1-0.5]) ทั้งนี้ถึงแม้ความเข้มข้น $PM_{2.5}$* และ PM_{10}* ที่คำนวณได้นี้อาจน้อยกว่าความเป็นจริงเล็กน้อยเนื่องจากเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศของโครงการไม่สามารถเก็บฝุ่นขนาดน้อยกว่า 0.1 ไมครอนได้ แต่ก็ถือว่าแสดงถึงความเข้มข้นอย่างต่ำของ $PM_{2.5}$ จึงสมควรนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐาน $PM_{2.5}$ ของ EPA (35 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) และสัดส่วน $PM_{2.5}$*/ PM_{10}* ที่คำนวณได้นั้นก็คาดว่าน่าจะใกล้เคียงกับสัดส่วน $PM_{2.5}$/ PM_{10} ที่มีอยู่จริงในบรรยากาศจึงน่าจะนำมาเปรียบเทียบกับผลจากงานวิจัยอื่นได้ พบว่าสถานีเก็บตัวอย่างอากาศที่ว่าการอำเภอสารภีและชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูนมีจำนวนวันที่ความเข้มข้น $PM_{2.5}$* เกินค่ามาตรฐานทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 52 และ 44 ของจำนวนวันที่ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 25 ตัวอย่าง ถือว่าเป็นบริเวณที่ประสบปัญหาคุณภาพอากาศกรณีของฝุ่นขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับมาตรฐานของ$PM_{2.5}$ของ USEPAซึ่งรุนแรงกว่าสถานีเก็บอากาศโรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่ (36%) และโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย (32%) โดยเฉพาะในฤดูแล้ง ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นความรุนแรงของปัญหาคุณภาพอากาศในฤดูแล้งและความสำคัญของการตรวจวัดความเข้มข้น $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศรวมทั้งความจำเป็นในการตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่อำเภอสารภีและจังหวัดลำพูน

ในส่วนของค่าเฉลี่ย $PM_{2.5}$*/PM_{10}* พบว่าสถานีเก็บอากาศชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูนมีค่าเฉลี่ย $PM_{2.5}$*/PM_{10}* สูงสุดคือ 0.64 ส่วนสถานีเก็บอากาศอื่น ๆ มีค่าอยู่ในช่วง 0.54-0.58และยังพบว่าสัดส่วน $PM_{2.5}$*/PM_{10}* ในฤดูแล้งมีค่าสูงสุดในทุกสถานีเก็บอากาศโดยมีค่าระหว่าง 0.60-0.68 ซึ่งถือว่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาของรพีพัฒน์ (รพีพัฒน์ 2543) และของธเนศและคณะ (2547) ที่ทำการวิเคราะห์ $PM_{2.5}$*/PM_{10}* ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร งานวิจัยแรกพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.61-0.68 ส่วนงานวิจัยหลังพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.64-0.67 เนื่องจากสัดส่วน $PM_{2.5}$*/PM_{10}* ที่สูงแสดงให้เห็นว่าฝุ่นส่วนใหญ่ในบรรยากาศมีขนาดเล็กพอที่จะเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนลึกได้ ผลข้างต้นจึงย้ำให้เห็นถึงความสำคัญของการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในฤดูแล้งโดยเฉพาะบริเวณชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูนและอำเภอสารภี ตลอดจนย้ำให้เกิดจินตนาการว่าในฤดูแล้งมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แหล่งกำเนิดฝุ่นชนิดพิเศษที่ปล่อยอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กสู่บรรยากาศ ในที่นี้อาจเป็นฝุ่นทุติยภูมิอันเกิดจากการเปลี่ยนสภาพของ NO_x SO_2 และสารประกอบอินทรีย์ในบรรยากาศก็เป็นได้

แหล่งกำเนิดที่เป็นไปได้ของฝุ่น

พบว่าตัวอย่าง PM_{10} ที่เก็บจากทั้ง 4 จุดเก็บตัวอย่างได้รับอิทธิพลจากแหล่งกำเนิด (PC : Principal Component) ตั้งแต่ 11-13 ชนิดขึ้นอยู่กับสถานที่ โดยที่การคำนวณสัดส่วนการแจกแจงปริมาณฝุ่นของแหล่งกำเนิด PM_{10} (%PM_{10} source contribution) ผลปรากฏว่าจากแหล่งกำเนิดที่เป็นไปได้ 11-13 ชนิดนั้น มีเพียงไม่กี่ชนิดที่พบว่ามีผลต่อระดับความเข้มข้น PM_{10} รายวัน

เป็นที่น่าสนใจว่าถึงแม้รอบ ๆ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัยจะไม่มีพื้นที่การเกษตรหรือป่าแต่ก็พบว่า 73 - 82 % ของความเข้มข้น PM_{10} บริเวณนั้นมาจากการเผาพืชในขณะที่ 18 - 27 % ที่เหลือนั้นระบุชนิดแหล่งกำเนิดไม่ได้ซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลายชนิดรวมๆกันและจะมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดปี ผลนี้บอกเป็นนัยว่าฝุ่นจากกิจกรรมการเผาพืช (ในที่นี้อาจเป็นการเผาใบไม้เพื่อกำจัดขยะ การเผาเพื่อเตรียมพื้นที่ในการเกษตร รวมไปถึงการเกิดไฟไหม้ป่า) อาจถูกพัดพาเข้าสู่บรรยากาศในเมืองได้ ส่วนสถานีเก็บตัวอย่างโรงพยาบาลเทศบาลนั้นพบว่า 73-93% ของความเข้มข้น PM_{10} นั้นระบุชนิดแหล่งกำเนิดไม่ได้ซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลายๆชนิดรวมๆกันและจะคงที่อยู่ตลอดปี ส่วนที่เหลืออีก 7-27 %นั้นส่วนใหญ่มาจากการเผาพืชและเผาขยะเป็นหลัก ยกเว้นกรณีของฤดูแล้งที่พบว่าอีก 20 %ของความเข้มข้น PM_{10} มาจากดิน ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นความยากลำบากในการลดความเข้มข้น PM_{10} บริเวณโรงพยาบาลเทศบาลเนื่องจากกว่า 70 % ของ PM_{10} นั้นจะลอยคงที่อยู่ในอากาศ ถึงแม้จะประสบความสำเร็จในการลดการเผาพืชและเผาขยะ ก็ไม่แน่ว่าจะสามารถลดปริมาณ PM_{10} คงที่ดังกล่าวในอากาศได้ อย่างไรก็ตามจากผลดังกล่าวทำให้ทราบว่าการพรมน้ำเพื่อลดการฟุ้งกระจายของดินในฤดูแล้งนั้นสามารถลดปริมาณ PM_{10} ในอากาศบริเวณโรงพยาบาลเทศบาลได้ไม่น้อย (20%) สำหรับบริเวณที่ว่าการอำเภอสารภีนั้น พบว่า 43-62% ของ PM_{10} มาจากการเผาพืช 3-9% มาจากไอเสียรถน้ำมันดีเซล 0-3% มาจากแหล่งกำเนิดที่ให้ naphthalene สูง และ 30-49% เป็นค่าคงที่ตลอดปีของบริเวณซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลาย ๆชนิดรวม ๆ กัน ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้น PM_{10} บริเวณที่ว่าการอำเภอสารภีอาจลดลงถึงกว่า 40%หากประสบความสำเร็จในการรณรงค์ลดการเผาพืช อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่า 30-49%ของความเข้มข้น PM_{10} นั้นเป็นส่วนที่ลอยคงที่อยู่ในอากาศ ถึงแม้จะประสบความสำเร็จในการลดการเผาพืช ก็ไม่แน่ว่าจะสามารถลดปริมาณ PM_{10} คงที่ดังกล่าวในอากาศได้ ส่วนความเข้มข้น PM_{10} บริเวณชุมชนไก่แก้วนั้น พบว่า 33-40% มาจากการเผาพืช 7-17% มาจากการประกอบอาหาร 7-11% มาจากแหล่งกำเนิดที่ให้ NO_3^- สูง ส่วนที่เหลืออีก 32-48% นั้นระบุไม่ได้ ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้น PM_{10} บริเวณชุมชนไก่แก้วนั้น อาจลดลงถึงกว่า 30% หากประสบความสำเร็จในการรณรงค์ลดการเผาพืช อย่างไรก็ตามกล่าวได้ว่า 32-48 %ของความเข้มข้น PM_{10} ที่ลอยคงที่อยู่ในอากาศนั้นคาดว่าคงลดได้ลำบาก นอกจากนี้เป็นที่น่าสังเกตว่ามีแหล่งกำเนิดที่ยังระบุชื่อไม่ได้ปล่อย NO_3^- ในปริมาณสูงและมีอิทธิพลต่อความเข้มข้น PM_{10} คิดเป็นสัดส่วนได้กว่า 7% จากผลข้างต้นของทั้งสี่สถานีตรวจวัดสรุปได้ว่าแหล่งกำเนิดหลักของ PM_{10} บริเวณจุดเก็บตัวอย่างของโครงการในทุกฤดูกาลนั้นส่วนหนึ่งมาจากการเผาพืชหรือขยะในที่โล่ง อีกส่วนหนึ่งเป็นส่วนที่ระบุชื่อแหล่งกำเนิดไม่ได้ซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลายชนิดรวมๆกันและมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดปี นอกนั้นเป็นแหล่งกำเนิดปลีกย่อยต่าง ๆ ที่มีสัดส่วนการแจกแจงอยู่ในช่วง 3 – 20 % เช่น ดิน ไอเสียจากรถน้ำมันดีเซล ฝุ่นจากการประกอบอาหาร ฝุ่นจากแหล่งกำเนิด naphthalene ฝุ่นจาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แหล่งกำเนิด NO_3^- และฝุ่นทุติยภูมิ โดยพบว่าแหล่งกำเนิดปลีกย่อยต่างๆเหล่านี้เข้ามามีบทบาทมากในพื้นที่บริเวณอำเภอสารภีและชุมชนไก่แก้ว เมื่อย้อนไปดูผลของความเข้มข้น PM_{10} รายวัน ความเข้มข้น $PM_{2.5}$* และสัดส่วน $PM_{2.5}$*/ PM_{10}* แล้วสันนิษฐานได้ว่าฝุ่นขนาดเล็กบริเวณสองสถานีเก็บตัวอย่างดังกล่าวมาจากแหล่งกำเนิดปลีกย่อยต่างๆเหล่านี้เอง

ดังนั้นการลด ละ เลิกการเผาพืชและขยะในที่โล่งทุกฤดูกาลและการป้องกันไฟป่าจึงถือเป็นหัวใจสำคัญในการลดความเข้มข้น PM_{10} ในอากาศบริเวณจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน โดยเฉพาะในพื้นที่บริเวณอำเภอสารภีและชุมชนไก่แก้วนั้นสมควรเพิ่มการเฝ้าระวังฝุ่นจากแหล่งกำเนิดชนิดอื่นๆเช่น ไอเสียจากรถน้ำมันดีเซล ฝุ่นจากการประกอบอาหาร ฝุ่นจากแหล่งกำเนิด naphthalene และฝุ่นจากแหล่งกำเนิด NO_3^- ควบคู่ไปด้วย

ทั้งนี้ ผลการคำนวณสัดส่วนการแจกแจงของแหล่งกำเนิด PM_{10} ดังกล่าวข้างต้นควรใช้เพื่อพิจารณามาตรการลดความเข้มข้น PM_{10} เป็นหลัก หากต้องการพิจารณามาตรการลดความเข้มข้นของสารมลพิษชนิดใดชนิดหนึ่งหรือกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งที่เป็นองค์ประกอบของ PM_{10} เช่น PAHs หรือ โลหะหนักอันตราย คณะผู้วิจัยเห็นว่าในขั้นตอนการคำนวณควรใช้ความเข้มข้นของสารนั้นๆมาหาความสัมพันธ์กับ APC score โดยตรงซึ่งอาจทำให้ได้ผลลัพธ์แตกต่างจากกรณีที่ได้นำเสนอไปข้างต้น

ข้อเสนอแนะแนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหา

- ควรรณรงค์ให้มีการลด ละ เลิกกิจกรรมการเผาพืชและขยะในที่โล่งทุกฤดูกาล และควรมีการกำหนดมาตรการป้องกันไฟป่ารวมทั้งกลยุทธ์ในการควบคุมไฟป่า โดยเฉพาะในฤดูแล้งเพื่อลดปริมาณฝุ่นในอากาศ
- กรณีที่ต้องการลดความเป็นพิษของฝุ่นอันเนื่องมาจาก PAHs การเลิกเผาพืชและป้องกันไฟป่าเท่านั้นยังไม่เพียงพอ จำเป็นจะต้องมีมาตรการลดจำนวนยานพาหนะบนถนนหรือปรับปรุงคุณภาพไอเสียยานพาหนะควบคู่กันไปด้วย
- ควรมีการตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่อำเภอสารภีและจังหวัดลำพูนเพื่อเฝ้าระวังปัญหามลพิษของฝุ่นในอากาศ หากไม่สามารถตั้งสถานีถาวรได้อาจใช้วิธีติดตั้งสถานีชั่วคราวเฉพาะฤดูแล้งเนื่องจากเป็นฤดูที่มีความเข้มข้นฝุ่นเกินมาตรฐาน หรือหากไม่สามารถกระทำได้ก็อาจใช้ข้อมูลทัศนวิสัยและความชื้นในอากาศของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจังหวัดลำพูนในการคาดคะเนช่วงเวลาที่ฝุ่นในอากาศมีความเข้มข้นสูงได้บ้าง
- ในการตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นในอากาศควรมีการวัดทั้งอนุภาคขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนและใหญ่กว่า 10 ไมครอนควบคู่ไปกับตรวจวัดความเข้มข้น PM10 ด้วยเนื่องจากอนุภาคทั้งสองกลุ่มดังกล่าวมีความเข้มข้นจำนวนไม่น้อย อาจก่อให้เกิดปัญหาได้ในอนาคต อย่างไรก็ตามในกรณีของ PM2.5 นั้นหากไม่สามารถตรวจวัดได้โดยตรงก็อาจใช้สมการความสัมพันธ์ระหว่าง PM10 กับ PM2.5 ทำนายความเข้มข้นได้ในระดับหนึ่ง ทั้งนี้จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในเชิงสถิติเป็นต้นว่า ลักษณะการแจกแจงความถี่ของข้อมูล เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของสมการต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- ในการกำหนดแผนควบคุมคุณภาพอากาศในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งภายในจังหวัดนั้นควรทำทั้งจังหวัดและควรพิจารณาความเชื่อมโยงกับจังหวัดข้างเคียงด้วยเพราะเป็นไปได้ว่าคุณภาพอากาศในพื้นที่นั้นได้รับอิทธิพลจากปัจจัยเดียวกันกับพื้นที่อื่น ๆ ที่อยู่ข้างเคียง
- ควรมีการ รวบรวม เพิ่มเติม แก้ไข และเผยแพร่ข้อมูลความเข้มข้นองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นจากแหล่งกำเนิดชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทย (source profile) ผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ทเพื่อเป็นประโยชน์ต่อนักวิจัยและผู้สนใจทั่วไป ปัจจุบันนี้ประเทศไทยยังขาดแคลน source profile ในส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ เช่น PAHs ไดออกซิน หรือสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่น ๆ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) อุปกรณ์ในการเก็บอากาศได้รับความอนุเคราะห์จากกรมควบคุมมลพิษ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์ ความเป็นเลิศแห่งชาติ ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย เครือข่ายมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สถานที่ติดตั้งเครื่องเก็บอากาศได้รับความอนุเคราะห์จาก โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย โรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่ ที่ว่าการอำเภอสารภีและเทศบาลเมืองลำพูน คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุกหน่วยงานที่กล่าวมาข้างต้นและขอขอบคุณหน่วยงานอื่นๆที่ไม่ได้ระบุชื่อไว้ในที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมควบคุมมลพิษ 2549 **การศึกษาสัดส่วนองค์ประกอบและที่มาของฝุ่นขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ** กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

[2] เฉลิม ลิ่วศรีสกุลและคณะ ปัญหามลพิษอากาศต่อการทำงานของปอด:การศึกษาในตำรวจจราจร ในเมืองเชียงใหม่ ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[3] นเรศ เชื้อสุวรรณ และคณะ 2547 **ร่างรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์: โครงการ "การศึกษาหาสัดส่วนแหล่งกำเนิดฝุ่นขนาด 10 และ 2.5 ไมครอน ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร"** ภายใต้การสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

[4] รพีพัฒน์ 2543 **องค์ประกอบธาตุในฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ในเขตกรุงเทพมหานคร.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[5] อรุบล โชติพงศ์ 2541 **การศึกษาปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อระบบการหายใจ.** กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[6] Abbey D.E., Nishino N., McDonnell W.F., Burchette R.J., Knutsen S.F., Beeson W.L., Yang J.X. 1999. **Long-term inhalable particles and other air pollutants related to mortality in nonsmokers.** *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 159:373-382.

[7] Adachi K., and Tainosho Y. 2004. **Characterization of heavy metal particles embedded in tire dust.** *Environment International* 30:1009–1017.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

[8] Alastuey A., Querol X., Rodriguez S., et al. 2004. **Monitoring of atmospheric particulate matter around sources of secondary inorganic aerosol.** *Atmospheric Environment* 38:4979-4992.

[9] Baumard P., Budzinski H., Garrigue P., 1998. **Polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments and mussels of the western Mediterranean Sea.** *Environmental Toxiocology and Chemistry* 17ฬ 765–776.

[10] Brunekreef B, Forsberg B. 2005. **Epidemiological evidence of effects of coarse airbourne particles on health.** *Eur Respir J* .;26:309–318.

[11] California Environmental Protection Agency. 2002. **CALIFORNIA EMISSION INVENTORY AND REPORTING SYSTEM (CEIDARS), Particulate Matter (PM) Speciation Profiles** (available at www.arb.ca.gov/ei/speciate/ PMPROF_09 _27_02.xls).

[12] Dockery D.W., Pope C.A., Xu X., Spengler J.D., Ware J.H., Fay M.E., Ferris B.G., Spizer F.E. 1993. **An association between air pollution and mortality in six US cities'.** *New England Journal of Medicine.* 329:1735–1759.

[13] Deerasamee S, Martin N, Sontipong S, Sriampom S, Sriplung H, Srivatanakul P, et al. 1999. **Cancer in Thailand 5**: 1992-1994, *IARC Technical Report* No. 34, Lyon.

[14] Dickhut R.M., Canuel E.M., Gustafson K.E., Liu K., Arzayus K.M., Walker S.E., Edgecombe G., Gaylor M.O., Macdonald E.H., 2000. **Automotive sources of carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons associated with particulate matter in the Chesapeake Bay region.** *Environmental Science Technology* 34: 4635–4640.

[15] Englert N. 1999. **Time-series analysis and cohort studies to investigate relationships between particulate matter and mortality – Two approaches to one end-point.** *Journal of Environmental Medicine* 1: 291-296.

[16] Kalaitzoglou M., Terzi E., Samara C., 2004. **Patterns and sources of particle-phase aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons in urban and rural sites of western Greece.** Atmospheric Environment 38: 2545–2560.

[17] Kavouras I.G., Koutrakis P., Tsapakis M., Lagoudaki E., Stephanou E.G., Baer D.V., Oyola P., 2001. **Source apportionment of urban particulate aliphatic and polynuclear aromatic hydrocarbons (PAHs) using multivariate methods.** *Environmental Science and Technology* 35: 2288–2294.

[18] Killin et al. 2004. **Transpacific and regional atmospheric transport of anthropogenicsemivolatile organic compounds to Cheeka PeakObservatory during the spring of 2002.** *J. Geophy. Res.* 109 (D23S15), doi:10.1029/2003JD004386.

[19] Manoli E., Kouras A. and Samara C. 2004. **Profile analysis of ambient and source emitted particle-bound polycyclic aromatic hydrocarbons from three sites in northern Greece.** *Chemosphere* 56:867–878.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

[20] Morandi M.T., Daisey J.M., Lioy P.J. 1987. Development of a modified factor analysis/multiple regression model to apportion suspended particulate matter. *Atmos. Environ.* 21:1821–1832 .

[21] Oanh N. and Reutergardh L. and Dung N. 1999. **Emission of polycyclic aromatic hydrocarbons and particulate matter from domestic combustion of selected fuels.** *Environmental Sci. Technol.* 33: 2703 - 2709.

[22] Pope C.A. III, Thun M.J., Namboodiri M.M., Dockery D.W., Evans J.S., Speizer F.E., Heath C.W. Jr. 1995. **Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults.** *Am J Respir Crit Care Med* .151:669-674.

[23] Radian International LIC. 1998. ***PM Abatement Strategy for the Bangkok Metropolitan Area, Final Report Volume I-report.*** Prepared for Pollution Control Department, Ministry of Science, Technology, and Environment. Bangkok, Thailand.

[24] Rogge W.F., Hildemann L., Mazurek M.A., Cass G.R., Simoneit B.R.T., 1993a. **Sources of fine organic aerosol: 2. Non-catalyst and catalyst-equipped automobiles and heavy duty diesel trucks.** *Environmental Science and Technology* 27:636–651.

[25] Rogge W.F., Hildemann L., Mazurek M.A., Cass G.R., Simoneit B.R.T., 1993b. **Sources of fine organic aerosol: 3. Road dust, tire debris and organometallic brake lining dust: roads as sources and sinks.** *Environmental Science and Technology* 27:1892–1904.Harley et al. (1999)

[26] Thurston G.D., Spengler J.D., 1985. **A quantitative assessment of source contributions to inhalable particulate matter pollution in metropolitan Boston.** *Atmospheric Environment.*19: 9–25.

[27] Vatanasapt V., Martin N., Sriplung H., Chindavijak K., Sontipong S., Sriamporn S., et al. 1993. **Cancer in Thailand 1988–1991.** *IARC Technical Report No.16.* Lyon: International Agency for Research on Cancer ;88–9.

[28] Vinitketkumnuen U., Kalayanamitra K., Chewonarin T., Kamens R. 2002._**Particulate matter, PM 10 & PM 2.5 levels, and airborne mutagenicity in Chiang Mai, Thailand.** *Mutat Res.* Aug 26;519 (1-2):121-31.

[29] Wang Y.F.,. Huang K.L., Li C.T., .Mi H.H., Luo J.H., Tsai P.J. 2003. **Emissions of fuel metals content from a diesel vehicle engine.** *Atmospheric Environment* 37: 4637-4643.

[30] Yunker M.B., Macdonald R.W., Vingarzan R., Mitchell R.H., Goyette D., Sylvestre S. 2002. **PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition.** *Org Geochem* 33:489–515.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ฑ

กิจกรรมที่วางแผนไว้ กิจกรรมที่ดำเนินการมา และผลการดำเนินงานตลอดโครงการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ฑ.1 การศึกษาเดือนที่ 1-6

กิจกรรมตามแผน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
1. การเตรียมความพร้อม			
1.1 อบรมผู้ทำหน้าที่เก็บตัวอย่างฝุ่นและจัดเตรียมห้องปฏิบัติการ	1.1 เจ้าหน้าที่มีความรู้ความเข้าใจในการใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง และการใช้เครื่องชั่ง กระดาษกรอง	1.1 เจ้าหน้าที่มีความรู้ความเข้าใจในการใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง และการใช้เครื่องชั่ง กระดาษกรอง	1.1 การจัดทำตู้ควบคุมความชื้น ซึ่งต้องจัดทำเนื่องจากห้องที่ติดตั้งเครื่องชั่งไม่ได้สามารถควบคุมความชื้นจึงทำให้การเก็บตัวอย่างฝุ่นล่าช้ากว่ากำหนด โดยเริ่มทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นในวันที่ 17 มิถุนายน 2548
1.2 เตรียมความพร้อมอุปกรณ์ และสถานที่ในการเก็บตัวอย่าง	1.2 ทำการติดตั้งและเตรียมความพร้อมอุปกรณ์เครื่องเก็บอากาศและมิเตอร์ไฟฟ้าที่จุดเก็บตัวอย่างทั้งสี่จุด	1.2 ทำการติดตั้งและเตรียมความพร้อมอุปกรณ์เครื่องเก็บอากาศและมิเตอร์ไฟฟ้าที่จุดเก็บตัวอย่างทั้งสี่จุด	1.2 การติดตั้งเครื่องเก็บอากาศและเตรียมความพร้อมล่าช้ากว่ากำหนดการ เนื่องจากการส่งมอบเครื่องมือจากกรมควบคุมมลพิษล่าช้าและประสบปัญหาการทำงานของเครื่อง 2 ตัวผิดปกติ จึงต้องทำการเปลี่ยนเครื่อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กิจกรรมตามแผน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
2. การเก็บตัวอย่าง 2.1 เก็บตัวอย่าง PM10 และ PM 5 ขนาด 2.2 ส่งตัวอย่าง PM10 ให้กลุ่มวิจัย คณะวิทยาศาสตร์	2.1 ได้ตัวอย่างฝุ่นอย่างน้อยในระยะสี่เดือนแรกที่จะส่งให้คณะวิทยาศาสตร์ 2.2 ได้ปริมาณฝุ่นและการกระจายของฝุ่นขนาดต่าง ๆ ในระยะสี่เดือนแรกที่จะนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานอากาศ	2.1 ได้ปริมาณฝุ่นและการกระจายของฝุ่นขนาดต่าง ๆ ตั้งแต่วันที่ 17 มิถุนายน - สิงหาคม 2548 2.2 ได้ตัวอย่างฝุ่น ส่งให้คณะวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่วันที่ 17 มิถุนายน - สิงหาคม 2548	การดำเนินงานช้ากว่าแผนประมาณ 1.5 เดือน ด้วยเหตุผลเช่นเดียวกันกับที่กล่าวไว้ในกิจกรรมการเตรียมความพร้อม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กิจกรรมตามแผน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
3. วิเคราะห์ข้อมูล 3.1 วิเคราะห์ค่าสูงสุด ต่ำสุดและค่าเฉลี่ยของ PM10 และ PM2.5	3.1 ค่าเฉลี่ยและค่าสูงสุด –ต่ำสุด ของระดับความเข้มข้น PM10	ตารางแสดงค่าเฉลี่ย และค่าสูงสุดต่ำสุดของระดับความเข้มข้นฝุ่นPM10	เพื่อเปรียบเทียบปริมาณ PM10 ที่เก็บได้จากเครื่องเก็บอากาศ High Volume Air Sampler และเครื่องเก็บอากาศ Cascade Impactor คณะผู้วิจัยมีความจำเป็นต้องซื้อ Ultra-fine Filter พร้อมถาดมาประกอบใช้กับเครื่อง Cascade Impactor ในการเก็บตัวอย่างครั้ง ต่อไป

จุดเก็บตัวอย่างอากาศ	ระดับความเข้มข้นของ อนุภาคฝุ่น PM10 (Mean + SD)			
	มิ.ย.-48	ก.ค.-48	ส.ค.-48	รวม
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	0.0405 ±0.0038	0.0339 ±0.0071	0.0454 ±0.0133	0.0398 ±0.0107
โรงพยาบาลเทศบาล	0.0348 ±0.0047	0.0318 ±0.0067	0.0463 ±0.0150	0.0382 ±0.0123
หน้าที่ว่าการ อ.สารภี	0.0266 ±0.0072	0.0345 ±0.0111	0.0402 ±0.0100	0.0352 ±0.0109
ชุมชนไก่แก้ว จ.ลำพูน	0.0187 ±0.0083	0.0254 ±0.0081	0.0328 ±0.0074	0.0270 ±0.0093

จุดเก็บตัวอย่างอากาศ	ค่าสูงสุด –ค่าต่ำสุด ของระดับความเข้มข้นอนุภาคฝุ่น PM 10 (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)							
	มิ.ย.-48		ก.ค.-48		ส.ค.-48		รวม	
	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด
โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย	0.0466	0.037	0.0467	0.0257	0.0736	0.0302	0.0736	0.0257
โรงพยาบาลเทศบาล	0.0424	0.0299	0.0409	0.0209	0.0777	0.0297	0.0777	0.0209
หน้าที่ว่าการ อ.สารภี	0.0351	0.0164	0.0564	0.0194	0.0595	0.026	0.0595	0.0164
ชุมชนไก่แก้ว จ.ลำพูน	0.025	0.0057	0.0415	0.0176	0.0454	0.0189	0.0454	0.0057

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กิจกรรมตามแผน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
3.2 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ PM5 ขนาด	3.2 ค่าเฉลี่ยของ PM5 ขนาด	ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้นฝุ่น PM5ขนาด (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	เพื่อเปรียบเทียบปริมาณ PM10 ที่เก็บได้จากเครื่องเก็บอากาศ High Volume Air Sampler และเครื่องเก็บอากาศ Cascade Impactor คณะผู้วิจัยมีความจำเป็นต้องซื้อ Ultra-fine Filter พร้อมถาดมาประกอบใช้กับเครื่อง Cascade Impactor ในการเก็บตัวอย่างครั้งต่อไป

เดือน	จุดเก็บตัวอย่าง	$PM_{>10}$	$PM_{2.5-10}$	$PM_{1.0-2.5}$	$PM_{0.5-1.0}$	$PM_{0.1-0.5}$
มิถุนายน	ยุพราช	24.98	20.34	9.02	5.58	4.1
	เทศบาล	24.08	17.57	5.72	3.86	3.63
	สารภี	20.03	13.71	7.47	5.27	4.24
	ลำพูน	31.54	19.99	10.89	7.15	4.81
กรกฎาคม	ยุพราช	20.32	19.12	7.43	3.32	7.72
	เทศบาล	22.1	14.89	6.59	4.01	4.1
	สารภี	20.84	22.21	11.06	11.56	5.88
	ลำพูน	11.1	6.15	6.56	6.06	3.92
สิงหาคม	ยุพราช	23.34	23.18	11.48	6.68	5.16
	เทศบาล	43.74	42.46	16.28	8.3	6.21
	สารภี	17.77	15.18	8.27	6.41	4.72
	ลำพูน	9.57	10.1	8.1	6.38	3.86

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กิจกรรมตามแผน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
4. ส่งข้อมูลระดับรายวันของฝุ่น PM10 ให้กลุ่มวิจัย คณะวิทยาศาสตร์	4. คณะวิทยาศาสตร์ได้รับข้อมูลระดับรายวันของอนุภาคฝุ่น PM 10	4. จัดส่งข้อมูลระดับรายวันของฝุ่น PM 10 ให้กับกลุ่มวิจัยคณะวิทยาศาสตร์เพื่อประกอบการวิเคราะห์หาสิ่งปนเปื้อนในอนุภาคฝุ่น PM 10	
5. ทำเอกสารเผยแพร่รายละเอียดของโครงการและความรู้เกี่ยวกับการจัดการคุณภาพอากาศแก่หน่วยงานราชการและองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นที่เกี่ยวข้อง	5. ประชาชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเกิดความตระหนักในผลกระทบของคุณภาพอากาศต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมจากเอกสารที่ทำการเผยแพร่	5. มีการจัดประชุมสัมมนาเสวนาแนะนำโครงการศึกษาคุณภาพอากาศในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน และจัดทำจดหมายข่าว AIR QUALITY & HEALTH NEWSLETTER ฉบับแรก (จัดทำทุก 3 เดือน)	
6. จัดทำรายงานความก้าวหน้าของการวิจัยฉบับที่ 1	6. รายงานความก้าวหน้าของการวิจัยฉบับที่ 1	6. รายงานความก้าวหน้าของการวิจัยฉบับที่ 1 (15 มีนาคม - 14 กันยายน 2548)	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ฑ.2 การศึกษาเดือนที่ 7-12

กิจกรรมตามแผน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
1. การเก็บตัวอย่าง 1.1 เก็บตัวอย่าง PM10 และ PM 5 ขนาด 1.2 ส่งตัวอย่าง PM10 ให้กลุ่มวิจัยคณะวิทยาศาสตร์	1.1 ได้ตัวอย่างฝุ่นอย่างน้อยในระยะหกเดือนที่สองที่จะส่งให้คณะวิทยาศาสตร์ 1.2 ได้ปริมาณฝุ่นและการกระจายของฝุ่นขนาดต่าง ๆ ในระยะหกเดือนที่สองที่จะนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานอากาศ	1.1 ได้ปริมาณฝุ่นและการกระจายของฝุ่นขนาดต่าง ๆ ตั้งแต่เดือนกันยายน 2548 - มกราคม 2549 1.2 ได้ตัวอย่างฝุ่น ส่งให้คณะวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ เดือนกันยายน 2548 - มกราคม 2549	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กิจกรรมตามแผน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
3. วิเคราะห์ข้อมูล 3.1 วิเคราะห์ค่าสูงสุด ต่ำสุดและค่าเฉลี่ยรายเดือนของ PM10 และ PM2.5	3.1 ค่าเฉลี่ยรายเดือนและค่าสูงสุด – ต่ำสุดของระดับความเข้มข้น PM10 รายเดือน	**ตารางสรุปปริมาณฝุ่น PM 10 ตั้งแต่เดือนกันยายน 2548 ถึงเดือนมกราคม 2549**	

เดือน	จำนวนตัวอย่าง	ร.ร.บุพราช			ร.พ.เทศบาล			อ.สารภี			ชุมชนไก่แก้ว		
		ค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
ก.ย.	10	36.45 ± 8.84	53.38	24.47	33.10 ± 6.27	44.97	21.84	32.31 ± 9.68	53.61	19.41	25.28 ± 8.74	46.38	13.58
ต.ค	10	49.16 ± 12.45	65.37	23.7	53.80 ± 10.90	62.48	26.91	51.45 ± 15.29	69.66	23.6	33.60 ± 10.07	52.63	16.1
พ.ย	10	48.13 ± 8.09	56.17	34.42	47.26 ± 8.50	58.7	33.87	53.46 ± 9.28	66.93	38.86	39.84 ± 11.72	58.25	22.19
ธ.ค	10	63.85 ± 27.09	108.74	31.9	57.91 ± 23.12	104.88	32.44	65.49 ± 27.84	107.73	27.66	62.24 ± 23.05	98.5	37.74
ม.ค	10	66.10 ± 17.71	94.93	33.41	54.68 ± 11.28	74.88	38.79	92.95 ± 24.47	132.97	48.88	77.17 ± 16.00	94.2	45.7
รวม	76	47.92 ± 18.30	108.74	23.7	45.41 ± 15.45	104.88	21.84	50.79 ± 25.72	132.97	19.41	40.61 ± 22.56	98.5	13.58

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กิจกรรมตามแผน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
3.2 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรายเดือนของ PM 5 ขนาด	3.2 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของ PM 5 ขนาด	ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้นฝุ่น PM5ขนาด (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	

เดือนที่เก็บตัวอย่าง	จน.ตัวอย่าง	จุดเก็บ	ปริมาณฝุ่นเฉลี่ย					
			PM>10	PM2.5-10	PM1.0-2.5	PM0.5-1.0	PM0.1-0.5	total
กันยายน	2	ยุพราช	18.69	16.48	8.47	6.465	4.615	54.72
	2	เทศบาล	21.275	22.44	11.775	9.41	5.65	70.55
	2	สารภี	15.1	13.275	8.375	6.44	4.37	47.56
	2	ลำพูน	15.63	13.315	9.215	9.495	5.27	52.925
ตุลาคม	2	ยุพราช	23.015	24.77	13.695	9.795	5.58	76.855
	2	เทศบาล	39.045	36.665	21.72	13.865	6.77	118.065
	2	สารภี	19.585	29.71	20.64	12.735	6.295	88.965
	2	ลำพูน	27.93	22.46	21.21	16.82	9.135	97.555
พฤศจิกายน	2	ยุพราช	38.46	27.98	12.11	9.825	6.215	94.59
	2	เทศบาล	35.375	25.035	10.74	12.325	7.175	90.65
	2	สารภี	34.225	26.79	16.795	15.51	10.03	103.35
	2	ลำพูน	21.735	17.505	13.565	12.74	7.605	73.15
ธันวาคม	2	ยุพราช	35.73	24.335	16.185	11.16	8.28	95.69
	2	เทศบาล	21.71	19.35	19.81	15.155	10.11	86.135
	2	สารภี	29.64	28.13	25.7	21.19	12.65	117.31
	2	ลำพูน	19.74	19.505	26.065	16.19	7.62	89.12
มกราคม	2	ยุพราช	19.615	24.505	10.485	11.045	9.54	75.19
	2	เทศบาล	26.195	33.405	13.325	12.535	10.66	96.12
	2	สารภี	38.375	34.775	18.41	19.465	13.95	124.975
	2	ลำพูน	30.505	31.635	25.035	28.4	17.25	132.825

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กิจกรรมตามแผน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
3.3 วิเคราะห์ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาของการตรวจวัดที่สถานียุพราชโดยกรมควบคุมมลพิษและสถานีสนามบินโดยกรมการบินพาณิชย์	- Wind rose รายเดือน - ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ - MMH	จากผลพบว่าในเดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายน เวคเตอร์ลมบริเวณโรงเรียนยุพราชพัดมาจากทิศเหนือหรือทิศใต้เป็นส่วนใหญ่โดยมีความเร็วลมสูงสุดไม่เกิน 17 knot ในขณะที่เวคเตอร์ลมส่วนใหญ่บริเวณสนามบินเชียงใหม่ พัดมาจากทิศตะวันตกหรือทิศตะวันตกเฉียงเหนือและเฉียงใต้มีความเร็วลมสูงสุดไม่เกิน 11 knot ยังพบว่าเดือนธันวาคมและเดือนมกราคมนั้นเป็นช่วงที่ลมเปลี่ยนทิศ ดังจะเห็นได้จากรูปที่ 3.7 เวคเตอร์ลมบริเวณสนามบินเชียงใหม่ในเดือนธันวาคมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือเป็นส่วนใหญ่ และในรูปที่ 3.8 บริเวณโรงเรียนยุพราชจะพบเวคเตอร์ลมพัดมาทั้งจากทิศใต้ ทิศตะวันตก ทิศตะวันตกเฉียงเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นแนวโน้มที่แตกต่างจากเวคเตอร์ลมที่พบในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายน จึงเป็นที่คาดคะเนว่าฝุ่นที่เก็บได้ในเดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายนจะมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างจากฝุ่นที่เก็บได้ในเดือนมกราคมเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ที่ตั้งอยู่ในตำแหน่งต่างกัน สำหรับอุณหภูมิและความกดอากาศนั้น คณะผู้วิจัยได้อ้างอิงข้อมูลจากสถานีตรวจวัดที่โรงเรียนยุพราชฯ ของกรมควบคุมมลพิษดังแสดงในรูปที่ 3.9 ข้อมูลจากศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือจังหวัดเชียงใหม่ที่นำมาคำนวณใหม่ให้อยู่ในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 3.10 และข้อมูลจากศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดลำพูนที่นำมาคำนวณใหม่ให้อยู่ในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 3.11 จากผลพบว่าความกดอากาศที่โรงเรียนยุพราชมีค่าคงที่อยู่ในช่วง 722.4-737.4 มิลลิเมตรปรอทตลอดช่วงเดือนมิถุนายน 2548 ถึงเดือนมกราคม 2549 ในขณะที่ความกดอากาศบริเวณสนามบินเชียงใหม่และบริเวณจังหวัดลำพูนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ระหว่างช่วงเวลาดังกล่าว นอกจากนี้พบว่าอุณหภูมิที่วัดได้ระหว่างเดือนมิถุนายน 2548 ถึงเดือนมกราคม 2549 ของทั้งสามสถานีตรวจวัดมีแนวโน้มลดลง ผลดังกล่าวแสดงถึงการย่างเข้าสู่ฤดูหนาวซึ่งถือว่าสอดคล้องกับสภาพจริงที่คาดหมายไว้ ในส่วนของปริมาณฝนและความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้บริเวณสถานีตรวจวัดที่โรงเรียนยุพราชฯของกรมควบคุมมลพิษ (รูปที่ 3.12) และศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือจังหวัดเชียงใหม่ที่นำมาคำนวณใหม่ให้อยู่ในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง (รูปที่ 3.13) นั้น พบว่าทั้งสองจุดสำรวจมีฝนตกชุกในช่วงกลางเดือนกรกฎาคมถึงปลายเดือนตุลาคมและความชื้นสัมพัทธ์หลังเดือนตุลาคมมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ ซึ่งถือว่าสอดคล้องกับสภาพการเข้าสู่ฤดูหนาวดังคาดหมาย เป็นที่น่าสังเกตว่าความชื้นสัมพัทธ์บริเวณสถานีตรวจวัดที่โรงเรียนยุพราชฯของกรมควบคุมมลพิษมีค่าน้อยกว่าที่วัดได้บริเวณศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือจังหวัดเชียงใหม่เกือบทุกวัน	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กิจกรรมตามแผน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
4. ส่งข้อมูลระดับรายวันของฝุ่น PM10 ให้กลุ่มวิจัยคณะวิทยาศาสตร์	4. คณะวิทยาศาสตร์ได้รับข้อมูลระดับรายวันของอนุภาคฝุ่น PM 10	4. จัดส่งข้อมูลระดับรายวันของฝุ่น PM 10 ให้กับกลุ่มวิจัยคณะวิทยาศาสตร์เพื่อประกอบการวิเคราะห์หาสิ่งปนเปื้อนในอนุภาคฝุ่น PM 10	
5. ทำเอกสารเผยแพร่รายละเอียดของโครงการและความรู้เกี่ยวกับการจัดการคุณภาพอากาศ แก่หน่วยงานราชการและองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นที่เกี่ยวข้อง	5. ประชาชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเกิดความตระหนักในผลกระทบของคุณภาพอากาศต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมจากเอกสารที่ทำการเผยแพร่	5. มีการจัดประชุมสัมมนาเสวนาแนะนำโครงการศึกษาคุณภาพอากาศในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน และจัดทำจดหมายข่าว AIR QUALITY & HEALTH NEWSLETTER ฉบับที่ 2	
6. จัดทำรายงานความก้าวหน้าของการวิจัยฉบับที่ 2	6. รายงานความก้าวหน้าของการวิจัยฉบับที่ 2	6. รายงานความก้าวหน้าของการวิจัยฉบับที่ 2 (15 กันยายน 2548 - 14 มีนาคม 2549)	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ฑ.-3 การศึกษาเดือนที่ 13-18

<table>
<tr><th>กิจกรรมตามแผน</th><th>ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)</th><th>ผลการดำเนินการ</th><th>หมายเหตุ</th></tr>
<tr><td>1. ส่งตัวอย่าง PM10 ให้กลุ่มวิจัยคณะวิทยาศาสตร์</td><td>1.1 ส่งตัวอย่าง PM10 ที่เก็บได้ในรอบปีอย่างสมบูรณ์ให้กลุ่มวิจัยคณะวิทยาศาสตร์</td><td>1.1 กลุ่มวิจัยคณะวิทยาศาสตร์ได้รับตัวอย่าง PM10 ที่เก็บได้ในรอบปีอย่างสมบูรณ์</td><td></td></tr>
<tr><td>2. วิเคราะห์ข้อมูล</td><td>2.1 ได้ข้อมูลค่าสูงสุดและค่าเฉลี่ยของ PM10 และ PM2.5 ในรอบปีอย่างสมบูรณ์ เพื่อไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานฝุ่นในอากาศ และใช้คาดคะเนช่วงเวลาที่มีระดับความรุนแรงของมลพิษจากฝุ่นสูงในรอบ 1 ปี ของจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน</td><td>2.1 พบว่าความเข้มข้น PM10 ของสถานีเก็บอากาศทั้งสี่สถานีมีค่าอยู่ระหว่าง 5 ถึง 182 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตรโดยสถานีเก็บอากาศทั้งสี่มีระดับ PM10 รายวันเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ (120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)ในฤดูแล้งเป็นส่วนใหญ่
<table>
<tr><th rowspan="2">สถานีเก็บอากาศตัวอย่าง</th><th rowspan="2">จำนวนวันที่ตรวจวัด PM_{10}</th><th colspan="2">จำนวนวันที่เกินค่ามาตรฐาน PM_{10} ในบรรยากาศ</th><th rowspan="2">ร้อยละที่เกินค่ามาตรฐาน</th><th rowspan="2">ค่าเฉลี่ยระดับ PM_{10} รายวันตลอดโครงการ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน</th></tr>
<tr><th>ฤดูแล้ง</th><th>ฤดูอื่นๆ</th></tr>
<tr><td>รร. ยุพราชวิทยาลัย</td><td>125</td><td>5</td><td>0</td><td>4.0</td><td>52.9 ± 27.3</td></tr>
<tr><td>รพ.เทศบาลนครเชียงใหม่</td><td>126</td><td>1</td><td>0</td><td>0.8</td><td>45.3 ± 23.1</td></tr>
<tr><td>อำเภอ สารภี</td><td>126</td><td>7</td><td>0</td><td>5.6</td><td>54.5 ± 31.5</td></tr>
<tr><td>ชุมชนไก่แก้วจังหวัด ลำพูน</td><td>126</td><td>1</td><td>0</td><td>0.8</td><td>46.5 ± 29.2</td></tr>
</table>
จากตารางข้างบนพบว่า อำเภอสารภีและโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยมีจำนวนวันที่ความเข้มข้น PM10 เกินค่ามาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 5.6 และ 4.0 ของจำนวนวันที่ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด ถือว่าเป็น บริเวณที่ประสบปัญหาคุณภาพอากาศรุนแรงกว่าสถานีเก็บอากาศโรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่และชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูน</td><td></td></tr>
</table>

กิจกรรมตามแผน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
	2.2 ได้ข้อมูลแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ ดังกล่าวกับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา	2.2 ผลการนำข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยามาหาความสัมพันธ์กับความเข้มข้น PM10 รายวัน โดยวิธี Pearson Correlation ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แสดงไว้ในตารางข้างล่าง	

สถานีเก็บตัวอย่างอากาศ	สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	ความชื้นสัมพัทธ์กับ PM_{10}	ทัศนวิสัยกับ PM_{10}	ฝนกับ PM_{10}	แสงแดดกับ PM_{10}
รร. ยุพราชวิทยาลัย	การบินพาณิชย์เชียงใหม่	-0.679	-	-0.303	-
	กรมควบคุมมลพิษ	-0.436	-0.696	-0.193	+0.301
ร.พ.เทศบาล	การบินพาณิชย์เชียงใหม่	-0.532	-0.657	-0.291	+0.235
	กรมควบคุมมลพิษ	-0.365	-	-0.177	-
ชุมชนไก่แก้วจ.ลำพูน	การบินพาณิชย์เชียงใหม่	-0.673	-0.635	-0.324	+0.393
	กรมควบคุมมลพิษ	-0.448	-	-0.230	-
	อุตุนิยมวิทยาจ.ลำพูน	-0.644	-0.685	-	-
ที่ว่าการอ.สารภี	การบินพาณิชย์เชียงใหม่	-0.644	-0.644	-0.325	+0.432
	กรมควบคุมมลพิษ	-0.447	-0.644	-0.218	+0.432
	อุตุนิยมวิทยาจ.ลำพูน	-0.602	-0.661	-0.148	-

เห็นได้ว่า ทัศนวิสัยและความชื้นสัมพัทธ์แปรผกผันกับความเข้มข้น PM10 รายวันโดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (r = -0.6 ถึง -0.7) ส่วนข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาชนิดอื่นนั้นถือว่ามีระดับความสัมพันธ์กับความเข้มข้น PM10 น้อยมาก (r = -0.1 ถึง -0.4)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

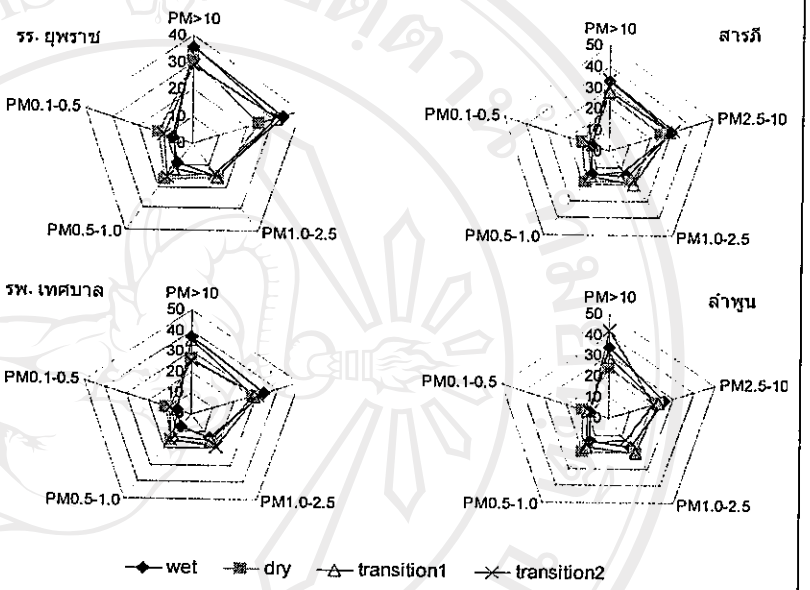
กิจกรรมตามแผน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
		ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นความเป็นไปได้ของการใช้ทัศนวิสัยและความชื้นสัมพัทธ์ในการเฝ้าระวังความเข้มข้น PM10 ภายในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน สำหรับความเข้มข้น PM ขนาดต่าง ๆ 5 ขนาด (PM >10, PM 2.5-10, PM1.0-2.5, PM 0.5-1.0 และ PM0.1-0.5) นั้นเมื่อนำมาหาความสัมพันธ์กับข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาโดยวิธี Pearson Correlation ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่ามีความสัมพันธ์กับข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาทุกชนิดในระดับต่ำ อย่างไรก็ตาม คณะผู้วิจัยได้ทดลองคำนวณผลรวมของความเข้มข้นอนุภาคขนาดน้อยกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5* = [PM1.0-2.5] + [PM 0.5-1.0] + [PM0.1-0.5]) และผลรวมของความเข้มข้นอนุภาคขนาดน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM10* = [PM2.5-10] + [PM1.0-2.5] + [PM 0.5-1.0] + [PM0.1-0.5]) พบว่าฝุ่นขนาด 0.1-0.5 ไมครอนและ 0.5-1.0 ไมครอนแปรผันตามกันโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูง (r = 0.82 และ 0.88) และมีอิทธิพลสูง (r > 0.9) ต่อความเข้มข้นของ PM10 * และ PM2.5 * จากผลนี้สันนิษฐานได้ว่าฝุ่นทั้งสองขนาดนี้น่าจะมาจากแหล่งกำเนิดชนิดเดียวกันและถ้าสามารถควบคุมแหล่งกำเนิดของฝุ่นสองชนิดนี้ได้ก็มีแนวโน้มว่าจะสามารถลดความเข้มข้น PM10 * และ PM2.5 * ได้ด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า PM10 * และ PM2.5 * แปรผันตามกันโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูง (r = 0.97) ชี้ให้เห็นความเป็นไปได้ในการคาดคะเนความเข้มข้น PM2.5 จากค่าความเข้มข้น PM10 ที่วัดได้โดยอุปกรณ์ตรวจวัดที่มีอยู่แล้วในสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศต่าง ๆ หากได้รับการพิสูจน์ทางสถิติแล้วว่าผลการคาดคะเนดังกล่าวมีความน่าเชื่อถือก็ไม่จำเป็นต้องตรวจวัดความเข้มข้น PM2.5 ทุกวัน การทำเช่นนี้ทำให้ได้ข้อมูลคุณภาพอากาศรายวันเพิ่มเติมโดยไม่ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากนักในการตรวจวัด PM2.5 ถือเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในด้านการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กิจกรรมตามแผน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
	2.3 ได้ทราบถึงลักษณะเด่นสำหรับแต่ละฤดูกาลของสัดส่วนฝุ่นขนาดต่าง ๆ ในรอบ 1 ปี ของจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน	2.3 กล่าวได้ว่าสัดส่วนของ PM แต่ละขนาดต่อ PM รวม 5 ขนาดในทั้งสี่สถานีไม่มีแนวโน้มเด่นจำเพาะเฉพาะทั้งในรายวันและรายฤดู อย่างไรก็ตามคณะผู้วิจัยได้ทดลองคำนวณสัดส่วน PM2.5*/ PM10*พบว่าสถานีเก็บอากาศชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูนมีค่าเฉลี่ย PM2.5 */ PM10* สูงสุดคือ 0.64 ส่วนสถานีเก็บอากาศอื่น ๆ มีค่าอยู่ในช่วง 0.54-0.58 จากตารางข้างล่าง ยังพบว่าสัดส่วน PM2.5*/ PM10 * ในฤดูแล้งมีค่าสูงสุดในทุกสถานีเก็บอากาศโดยมีค่าระหว่าง 0.60-0.68เนื่องจากสัดส่วน PM2.5*/PM10* ที่สูงแสดงให้เห็นว่าฝุ่นส่วนใหญ่ในบรรยากาศมีขนาดเล็กพอที่จะเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนลึกได้ ผลข้างต้นจึงย้ำให้เห็นถึงความสำคัญของการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในฤดูแล้งโดยเฉพาะบริเวณชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูนและอำเภอสารภี ตลอดจนย้ำให้เกิดจินตนาการว่าในฤดูแล้งมีแหล่งกำเนิดฝุ่นชนิดพิเศษที่ปล่อยอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กสู่บรรยากาศ ในที่นี้อาจเป็นฝุ่นทุติยภูมิอันเกิดจากการเปลี่ยนสภาพของ NOx SO2 และสารประกอบอินทรีย์ในบรรยากาศก็เป็นได้	

ขนาดอนุภาค (ไมครอน)	>10	2.5-10	1.0-2.5	0.5-1.0	0.1-0.5	10*	2.5*	$PM_{2.5}$ */ PM_{10} *
>10	1	0.61	0.41	0.43	0.45	0.54	0.45	0.04
2.5-10		1	0.61	0.61	0.65	0.82	0.64	-0.10
1.0-2.5			1	0.88	0.82	0.91	0.94	0.59
0.5-1.0				1	0.96	0.94	0.98	0.63
0.1-0.5					1	0.93	0.96	0.53
10*						1	0.97	0.42
2.5*							1	0.61
PM2.5*/PM10*								1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กิจกรรมตามแผน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
	2.4 ได้ข้อมูลแสดงความแตกต่างของปริมาณและขนาดต่าง ๆ ของฝุ่นบริเวณ 4 จุดสำรวจในรอบปีอย่างสมบูรณ์	2.4 สำหรับความเข้มข้น PM10 รายวันนั้น จากค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาสำรวจสามารถเรียงลำดับบริเวณที่มีความเข้มข้น PM10 รายวันจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ อำเภอสารภี > โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย > ชุมชนไก่แก้วจังหวัดลำพูน > โรงพยาบาลเทศบาลนครเชียงใหม่ ส่วนในด้านสัดส่วน (%) ของความเข้มข้น PM แต่ละขนาดต่อความเข้มข้น PM รวม 5 ขนาดนั้นพบว่ามีลำดับที่คล้ายคลึงกันทุกฤดูกาลและทุกสถานีตรวจวัดดังนี้ PM >10 มีสัดส่วนเฉลี่ยมากที่สุด (24-42%) รองลงมาคือ PM 2.5-10 มีสัดส่วน 21-34% ลำดับถัดไปคือ PM 1.0-2.5 มีสัดส่วน 13-20% และถัดไปเป็น PM 0.5-1.0 (9-18%) และ PM0.1-0.5 (7-13%) ตามลำดับ ดังจะเห็นแนวโน้มได้จากรูปด้านข้าง  ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่ามีการฟุ้งกระจายของฝุ่นขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอนขึ้นสู่อากาศในปริมาณไม่น้อย ดังนั้นในการพิจารณามาตรการลดความเข้มข้นฝุ่นในอากาศ นอกเหนือจาก PM10 ที่กล่าวกันว่ามีขนาดเล็กพอที่จะทำให้เกิดผลกระทบทางลบต่อระบบทางเดินหายใจแล้ว ยังอาจต้องคำนึงถึงฝุ่นขนาดใหญ่กว่า PM10 ด้วย เนื่องจากในบางฤดูกาลฝุ่นขนาดใหญ่กว่า PM10 ในอากาศมีสัดส่วนมากถึง 42% ของฝุ่นทั้งหมด	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กิจกรรมตามแผน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
	2.5 ส่งข้อมูลระดับ PM10 ในรอบปีอย่างสมบูรณ์ให้กลุ่มวิจัยคณะแพทยศาสตร์	2.5 ได้ส่งข้อมูลระดับ PM10 ในรอบปีให้กลุ่มวิจัยคณะแพทยศาสตร์ตามที่ได้รับการติดต่อขอมา	
	2.6 ผลการวิเคราะห์แหล่งกำเนิดที่เป็นไปได้ของตัวอย่างฝุ่น PM10 ภายในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน	2.6 จากตารางข้างล่างเห็นได้ว่า 73-82% ของความเข้มข้น PM10 บริเวณโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยนั้นมาจากการเผาพืช ในขณะที่ 18-27% ที่เหลือนั้นระบุชนิดแหล่งกำเนิดไม่ได้ซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลายชนิดรวม ๆ กันและจะมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดปี ผลนี้บอกเป็นนัยว่าฝุ่นจากกิจกรรมการเผาพืช (ในที่นี้อาจเป็นการเผาใบไม้เพื่อกำจัดขยะ การเผาเพื่อเตรียมพื้นที่ในการเกษตร รวมไปถึงการเกิดไฟไหม้ป่า) อาจถูกพัดพาเข้าสู่บรรยากาศในเมืองได้ ส่วนสถานีเก็บตัวอย่างโรงพยาบาลเทศบาลนั้นพบว่า 73-93% ของความเข้มข้น PM10 นั้นระบุชนิดแหล่งกำเนิดไม่ได้ ส่วนที่เหลืออีก 7-27 %นั้นส่วนใหญ่มาจากการเผาพืชและเผาขยะเป็นหลัก ยกเว้นกรณีของฤดูแล้งที่พบว่าอีก 20% ของความเข้มข้น PM10 มาจากดิน ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นความยากลำบากในการลดความเข้มข้น PM10 บริเวณโรงพยาบาลเทศบาลเนื่องจากกว่า 70% ของ PM10 นั้นจะลอยคงที่อยู่ในอากาศ ถึงแม้จะประสบความสำเร็จในการลดการเผาพืชและเผาขยะ ก็ไม่แน่ว่าจะสามารถลดปริมาณ PM10 คงที่ดังกล่าวในอากาศได้ อย่างไรก็ตามจากผลดังกล่าวทำให้ทราบว่าการพรมน้ำเพื่อลดการฟุ้งกระจายของดินในฤดูแล้งนั้นสามารถลดปริมาณ PM10 ในอากาศบริเวณโรงพยาบาลเทศบาลได้ไม่น้อย (20%) สำหรับบริเวณที่ว่าการอำเภอสารภีนั้น พบว่า 43-62% ของ PM10 มาจากการเผาพืช 3-9% มาจากไอเสียรถน้ำมันดีเซล 0-3% มาจากแหล่งกำเนิดที่ให้ naphthalene สูง และ 30-49% เป็นค่าคงที่ตลอดปีซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลาย ๆ ชนิดรวม ๆ กัน ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้น PM10 บริเวณที่ว่าการอำเภอสารภีอาจลดลงถึงกว่า 40% หากประสบความสำเร็จในการรณรงค์ลดการเผาพืช	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กิจกรรมตามแผน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ

ฤดู	รร.ยุพราช	รพ.เทศบาล	อ.สารภี	ชุมชนไก่แก้ว
ฝน	เผาพืช 73 %	เผาพืช และขยะ 7 %	เผาพืช 43 %	เผาพืช 33 %
			ระบุไม่ได้ 49 %	ระบุไม่ได้ 47 %
	ระบุไม่ได้ 27 %	ระบุไม่ได้ 93 %	รถน้ำมันดีเซล 7 %	ทำอาหาร 9 %
			แหล่ง naphthalene 1%	แหล่ง NO_3^- 11%
ฝน →แล้ง	เผาพืช 75 %	เผาพืช และขยะ 7 %	เผาพืช 51 %	เผาพืช 35 %
			ระบุไม่ได้ 44 %	ระบุไม่ได้ 43 %
	ระบุไม่ได้ 25 %	ระบุไม่ได้ 93 %	รถน้ำมันดีเซล 3 %	ทำอาหาร 13 %
			แหล่ง naphthalene 2 %	แหล่ง NO_3^- 9 %
แล้ง	เผาพืช 82 %	เผาพืช และขยะ 6 %	เผาพืช 58 %	เผาพืช 40 %
		ระบุไม่ได้ 73 %	ระบุไม่ได้ 30 %	ระบุไม่ได้ 32 %
	ระบุไม่ได้ 18 %	ดิน 20 %	รถน้ำมันดีเซล 9 %	ทำอาหาร 17 %
		ทุติยภูมิ 1 %	แหล่ง naphthalene 3 %	แหล่ง NO_3^- 11%
แล้ง →ฝน	เผาพืช 76 %	เผาพืช และขยะ 7 %	เผาพืช 62 %	เผาพืช 38 %
		ทุติยภูมิ 3 %	ระบุไม่ได้ 40 %	ระบุไม่ได้ 48 %
	ระบุไม่ได้ 24 %	ระบุไม่ได้ 90 %	รถน้ำมันดีเซล 6 %	ทำอาหาร 7 %
				แหล่ง NO_3^- 7%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กิจกรรมตามแผน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
		ส่วนความเข้มข้น PM10 บริเวณชุมชนไก่แก้วนั้น พบว่า 33-40% มาจากการเผาพืช 7-17% มาจากการประกอบอาหาร 7-11% มาจากแหล่งกำเนิดที่ให้ NO3- สูง ส่วนที่เหลืออีก 32-48% นั้นระบุไม่ได้ ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้น PM10 บริเวณชุมชนไก่แก้วนั้น อาจลดลงถึงกว่า 30% หากประสบความสำเร็จในการรณรงค์ลดการเผาพืช อย่างไรก็ตามกล่าวได้ว่า 32-48 %ของความเข้มข้น PM10 ที่ลอยคงที่อยู่ในอากาศนั้นคาดว่าคงลดได้ลำบาก นอกจากนี้เป็นที่น่าสังเกตว่ามีแหล่งกำเนิดที่ยังระบุชื่อไม่ได้ปล่อย NO3- ในปริมาณสูงและมีอิทธิพลต่อความเข้มข้น PM10 คิดเป็นสัดส่วนได้กว่า 7% จากผลข้างต้นของทั้งสี่สถานีตรวจวัดสรุปได้ว่าแหล่งกำเนิดหลักของ PM10 บริเวณจุดเก็บตัวอย่างของโครงการในทุกฤดูกาลนั้นส่วนหนึ่งมาจากการเผาพืชหรือขยะในที่โล่ง อีกส่วนหนึ่งเป็นส่วนที่ระบุชื่อแหล่งกำเนิดไม่ได้ซึ่งคาดว่ามาจากแหล่งกำเนิดหลายชนิดรวม ๆ กันและมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดปี นอกนั้นเป็นแหล่งกำเนิดปลีกย่อยต่าง ๆ ที่มีสัดส่วนการแจกแจงอยู่ในช่วง 3 – 20 % เช่น ดิน ไอเสียจากรถน้ำมันดีเซล ฝุ่นจากการประกอบอาหาร ฝุ่นจากแหล่งกำเนิด naphthalene ฝุ่นจากแหล่งกำเนิด NO3- และฝุ่นทุติยภูมิ โดยพบว่าแหล่งกำเนิดปลีกย่อยต่างๆเหล่านี้เข้ามามีบทบาทมากในพื้นที่บริเวณอำเภอสารภีและชุมชนไก่แก้ว เมื่อย้อนไปดูผลของความเข้มข้น PM10 รายวัน ความเข้มข้น PM2.5* และสัดส่วน PM2.5*/ PM10* แล้วสันนิษฐานได้ว่าฝุ่นขนาดเล็กบริเวณสองสถานีเก็บตัวอย่างดังกล่าวมาจากแหล่งกำเนิดปลีกย่อยต่างๆเหล่านี้เองดังนั้นการลด ละ เลิกการเผาพืชและขยะในที่โล่งทุกฤดูกาลและการป้องกันไฟป่าจึงถือเป็นหัวใจสำคัญในการลดความเข้มข้น PM10 ในอากาศบริเวณจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน โดยเฉพาะในพื้นที่บริเวณอำเภอสารภีและชุมชนไก่แก้วนั้นสมควรเพิ่มการเฝ้าระวังฝุ่นจากแหล่งกำเนิดชนิดอื่น ๆ เช่น ไอเสียจากรถน้ำมันดีเซล ฝุ่นจากการประกอบอาหาร ฝุ่นจากแหล่งกำเนิด naphthalene และฝุ่นจากแหล่งกำเนิด NO3- ควบคู่ไปด้วย	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กิจกรรมตามแผน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินการ	หมายเหตุ
3. จัดสัมมนาและทำเอกสารเผยแพร่รายละเอียดโครงการ และความรู้เกี่ยวกับการจัดการคุณภาพอากาศแก่หน่วยงานราชการและองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นที่เกี่ยวข้อง	3.1 ประชาชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเกิดความตระหนักในผลกระทบของคุณภาพอากาศต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมจากเอกสารที่ทำการเผยแพร่	3.1 ประชาชนและตัวแทนจากหน่วยงานจำนวนไม่น้อยมาเข้าร่วมประชุมสัมมนาและมีการติดต่อขอเอกสารที่คณะผู้วิจัยทำการเผยแพร่จากหลายหน่วยงาน นอกจากนี้คณะผู้วิจัยยังได้รับเชิญให้ไปนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศต่าง ๆ ด้วย	
4. จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์	4.1 รายงานฉบับสมบูรณ์	4.1 รายงานฉบับสมบูรณ์	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved