

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

ในประเทศไทย การศึกษาทางด้านระบาดวิทยาสิ่งแวดล้อม เกี่ยวกับผลของมลพิษทางอากาศต่อสุขภาพประชาชน ยังมีการวิจัยไม่มากนัก ทั้งที่ ระดับมลพิษและแหล่งกำเนิดมีเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะที่มาจากภัยพิบัติจากธรรมชาติและอุตสาหกรรม ซึ่งได้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ อาการเจ็บป่วยและอัตราการตายที่เพิ่มขึ้นตามมา สาเหตุเนื่องมาจากการเจริญเติบโตของเขตเมือง และชุมชนอุตสาหกรรม มีรายงานการศึกษาเบื้องต้นหลายบทความ รายงานผลของมลพิษทางอากาศต่อสุขภาพ ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Langkulsen et al, 2006 พบว่า ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในกรุงเทพมหานคร มีผลต่ออาการเรื้อรังของระบบทางเดินหายใจ และสมรรถภาพปอด ของเด็กนักเรียนในโรงเรียนที่ตั้งอยู่บริเวณการจราจรหนาแน่น Buadong et al, 2009 พบว่า ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเข้ารับการรักษาโรคระบบหลอดเลือดหัวใจ Aekplakorn et al., 2003 ศึกษา ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จากโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้ากับอาการระบบทางเดินหายใจของเด็ก และ Rumchev et al, 2004, Wilson et al, 2008 ได้รายงานไว้ว่า สารอินทรีย์ระเหยง่ายกับมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอาการหอบหืด จากตัวอย่างที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่ามลพิษทางอากาศเป็นภัยใกล้ตัว ที่มีผลต่อสุขภาพ ซึ่งควรมีการศึกษาวิจัย ให้ข้อมูลแก่ประชากร เพื่อการควบคุมภาวะมลพิษและการป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาผลกระทบมลพิษทางอากาศกับสุขภาพในพื้นที่ภัยพิบัติและอุตสาหกรรม
2. หาความสัมพันธ์ระหว่างระดับมลพิษกับอาการโรคระบบทางเดินหายใจ
3. จัดทำข้อมูลประมวลผลของผลกระทบในรูปแบบของระบบเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อใช้ในการเฝ้าระวังและติดตามตรวจสอบ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- พื้นที่ศึกษา 3 แห่ง ได้แก่ เขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ซึ่งได้รับมลพิษหลักจากไฟป่า เขตพื้นที่ชายฝั่งตะวันออก ได้รับมลพิษหลักจากอุตสาหกรรม และ เขตพื้นที่ภาคใต้ ได้รับมลพิษหลักจากหมอกควันข้ามแดน

- ตัวแปร

ตัวแปรต้น : มลพิษทางอากาศ ในพื้นที่ศึกษา
ตัวแปรตาม : อาการระบบทางเดินหายใจ และผลของสมรรถภาพปอด
ตัวแปรควบคุม : อายุ, การสูบบุหรี่, อาศัยในพื้นที่มากกว่า 3 ปี และ
ไม่มีประวัติโรคทางเดินหายใจตั้งแต่เกิด

- ระยะเวลาวิจัย : 1 ปี

1.4 ทฤษฎี สมมติฐาน และหรือกรอบแนวความคิดของการวิจัย

ฝุ่นละอองหมายถึง อนุภาคของแข็งหรือของเหลวที่มีอยู่ในอากาศ โดยเกิดจากกิจกรรมต่างๆทั้งโดยธรรมชาติและจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ฝุ่นละอองที่สามารถแขวนลอยอยู่ในอากาศได้เป็นเวลานาน มีขนาดเล็กกว่าหรือเท่ากับ 100 ไมครอนเรียกว่า ฝุ่นละอองแขวนลอยในบรรยากาศ (Total Suspended Particulates: TSP) ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่าหรือเท่ากับ 10 ไมครอน (PM₁₀) เป็นฝุ่นละอองที่มีผลกระทบต่อสุขภาพเนื่องจากสามารถเข้าไปสะสมในระบบทางเดินหายใจได้ และถ้าฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่าหรือเท่ากับ 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) จะเพิ่มผลกระทบต่อสุขภาพมากขึ้น เนื่องจากสามารถเข้าไปถึงถุงลมในปอดได้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2554) ฝุ่นละอองขนาดเล็ก ที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนสามารถเข้าไปในระบบทางเดินหายใจผ่านโพรงจมูกเข้าไปถึงถุงลมในปอด รายงานจากการศึกษาวิจัยพบว่าพื้นที่ซึ่งมีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในปริมาณมากจะมีจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจมากขึ้นด้วย (Buadoung et al 2009, Nantavarn et al., 2008)

โอโซน ประกอบด้วยอะตอมออกซิเจน 3 อะตอม เป็นก๊าซที่เกิดจากการแตกตัวของโมเลกุลออกซิเจน เป็นเป็นอะตอมอิสระ โดยพลังงานจากดวงอาทิตย์และเกิดการรวมตัวกับโมเลกุลออกซิเจน เกิดเป็นโอโซน ด้วยปฏิกิริยาที่เรียกว่า โฟโตเคมีคอลออกซิเดชัน โอโซนเป็นก๊าซที่ไม่มีสีหรือมีสีฟ้าอ่อน มีกลิ่นฉุน ละลายน้ำได้เล็กน้อย ก๊าซโอโซนในชั้นบรรยากาศในธรรมชาตินั้นมีอยู่แล้วในปริมาณที่เหมาะสม แต่เมื่อมีปริมาณสูงขึ้นจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ก๊าซโอโซนในชั้นบรรยากาศมีแนวโน้มสูงขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย โดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา สารอินทรีย์ระเหยง่ายเหล่านี้มีแหล่งกำเนิดทั้งจากยานพาหนะ โรงไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม คลังน้ำมัน และการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิง การเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซโอโซนในชั้นบรรยากาศก่อให้เกิดสภาพโฟโตเคมีคอลสม็อก ซึ่งมีลักษณะเหมือนหมอกสีขาวๆปกคลุมอยู่ทั่วไปในอากาศ นอกจากนี้เมื่อมีปริมาณก๊าซโอโซนในชั้นบรรยากาศที่มนุษย์อาศัยอยู่เพิ่มขึ้นทำให้มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งมีชีวิต เนื่องจากโอโซนมีฤทธิ์กัดกร่อน ก่อให้เกิดการระคายเคืองตาและระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจและเยื่อต่างๆ ความสามารถในการทำงานของปอดลดลง เหลือเร็ว โดยเฉพาะในเด็ก คนชรา และคนที่เปราะบาง (กรมควบคุมมลพิษ, 2554)

สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย หรือที่เรียกกันทั่วไปว่าสาร VOCs มาจากคำว่า Volatile organic Compounds หมายถึงกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยเป็นไอได้ง่าย กระจายตัวไปในอากาศได้ในอุณหภูมิและความดันปกติ ซึ่งมีองค์ประกอบหลักของสาร ได้แก่ อะตอมของธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และมีองค์ประกอบอื่น ๆ ได้แก่ ออกซิเจน ฟลูออไรด์ คลอรีน โบรไมด์ ซัลเฟอร์ และไนโตรเจน สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย ใน

บรรยากาศจัดเป็นอากาศพิษ (Toxic Air) ซึ่งในชีวิตประจำวันเราได้รับสาร ชนิดนี้จากผลิตภัณฑ์หลายอย่าง เช่น สีทาบ้าน ควันบุหรี่ น้ำยาฟอกสี สารตัวทำละลายในการพิมพ์ อู่พ่นสีรถยนต์ โรงงานอุตสาหกรรม น้ำยาซักแห้ง น้ำยาสำหรับย้อมผม และตัดผม สารกำจัดศัตรูพืช สารที่เกิดจากการเผาไหม้ และปนเปื้อนในอากาศ น้ำดื่ม อาหาร และเครื่องดื่ม สารอินทรีย์ระเหยง่ายมีผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพอนามัย ทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง โดยมีผลโดยตรงต่อระบบทางเดินหายใจ นอกจากนี้สารอินทรีย์ระเหยง่ายบางตัวจัดเป็นสารก่อการกลายพันธุ์ และเป็นสารที่มีความเสี่ยงในการก่อมะเร็ง สารอินทรีย์ระเหยง่ายสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทางคือ การหายใจ การกิน-การดื่ม และการสัมผัสทางผิวหนัง หลังจากเข้าสู่ร่างกายแล้วจะถูกกำจัดโดยตับ ซึ่งจะมีเอนไซม์และระบบการเผาผลาญที่แตกต่างกัน กลไกการพิษของสาร VOCs ต้องอาศัยความรู้ด้านเภสัชวิทยาและพิษจุล ศาสตร์ เช่น สารพิษถูกเปลี่ยนแปลงทางเมตาบอลิซึมในตับ แล้วถูกขับออกทางปัสสาวะซึ่งความเป็นพิษต่อ ร่างกายจะมากขึ้นขึ้นอยู่กับปัจจัย 3 ประการ ได้แก่ 1) ช่วงครึ่งชีวิต (half life) ของสาร VOCs ในร่างกาย 2) สภาวะความสมบูรณ์และความแข็งแรงของร่างกาย และ 3) การทำงานของระบบขับถ่ายของเสีย (กรมควบคุม มลพิษ, 2554)

สมมติฐานของงานวิจัยนี้คือ มลพิษทางอากาศในพื้นที่ภัยพิบัติและอุตสาหกรรม ส่งผลกระทบต่อ สุขภาพ ในเรื่องของอาการระบบทางเดินหายใจ และผลของสมรรถภาพปอดของประชากรในพื้นที่ดังกล่าว

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ทราบอุบัติการณ์อาการระบบทางเดินหายใจของประชากรในพื้นที่ศึกษา
- 2) ทราบความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัสมลพิษทางอากาศ กับผลสุขภาพ ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลใน การจัดการมลพิษและป้องกันการเกิดผลกระทบในอนาคต
- 3) ผลศึกษาอาจนำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อพัฒนาระบบประกันสุขภาพของคนในพื้นที่เสี่ยง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง

Rumchev et. al., 2004 ศึกษาความสัมพันธ์ของการสูดหายใจรับสารอินทรีย์ระเหยง่ายกับอาการหอบหืดในเมือง Perth ประเทศออสเตรเลีย ในเด็กเล็กช่วงอายุ 6 เดือน ถึง 3 ปี จำนวน 88 คนซึ่งรักษาอาการหอบหืดและกลุ่มควบคุมจำนวน 104 คน โดยการใช้แบบสอบถาม การสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่าย อุณหภูมิเฉลี่ยและความชื้นสัมพัทธ์ในสิ่งแวดล้อมช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อนภายในห้องนั่งเล่นของบ้าน ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายสูงมากกว่ากลุ่มควบคุม ชนิดของสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญกับอาการหอบหืดคือ เบนซิน เอทิลเบนซินและโทลูอีน ตามลำดับ และทุกๆ 10 ยูนิต ที่เพิ่มขึ้นของโทลูอีนและเบนซิน มีความเสี่ยงกับการเกิดหอบหืดเกือบ 2 และ 3 เท่า ตามลำดับ

Wilson et al., 2008 ศึกษาความสำคัญของมลพิษสิ่งแวดล้อมในประชากรกับความเสี่ยงของระบบทางเดินหายใจ เพื่อหาอุบัติการณ์การเกิดโรคทางเดินหายใจจากปัจจัยด้านความเป็นปัจเจกบุคคล อาชีพและสิ่งแวดล้อมจากอุตสาหกรรมหนัก ในปีค.ศ. 2002 ประชากรผู้ใหญ่จำนวน 31,704 คน จาก 6 เมืองในจังหวัด Liaoning ทางตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศจีน โดยใช้แบบสอบถามประเมินตนเอง ในเรื่องข้อมูลทั่วไป และอาการของโรคระบบทางเดินหายใจ ผลการศึกษาพบว่า อุตการณ์เกิด (PRs) ของอาการไอ อาการมีเสมหะ เสี่ยงวี๊ดและหอบหืด เท่ากับร้อยละ 2.3, 3.8, 2.1 และ 1.0 ตามลำดับ ค่าสถิติ odd_s ratios (ORs) ของทั้ง 4 อาการ มีการเพิ่มขึ้น ได้แก่เรื่อง การสูบบุหรี่ (ORs ตั้งแต่ 2.06 ถึง 5.02) ฝุ่นจากการทำงาน (ORs ตั้งแต่ 1.35 ถึง 1.72) แก๊สจากการทำงาน (ORs ตั้งแต่ 1.48 ถึง 1.72) และการระคายเคืองจากควันในระหว่างการทำอาหาร (ORs ตั้งแต่ 1.54 ถึง 2.22)

Fernando et al., 2009 ศึกษาระบาดวิทยาแสดงถึงความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างมลพิษทางอากาศและระบบทางเดินหายใจ มีวัตถุประสงค์ศึกษาผลกระทบของมลพิษจากอุตสาหกรรมปิโตรเลียมและสุขภาพทางเดินหายใจของเด็กอายุ 6-12 ปี ผู้ซึ่งอาศัยใกล้โรงงานปิโตรเคมีในเมือง La Plata ประเทศอาร์เจนตินา จำนวน 282 คน เปรียบเทียบกับผู้อาศัยในพื้นที่การจราจรหนาแน่นจำนวน 270 คน และพื้นที่ปลอดมลพิษจำนวน 639 คน ได้สุ่มอิสระเด็กจำนวน 181 คนเพื่อตรวจปอด สุ่มตรวจฝุ่นภายนอกและภายในอาคารรวมถึงระดับสารอินทรีย์ระเหย (VOCs) ในช่วงเวลา 4 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า เด็กที่อาศัยใกล้โรงงานปิโตรเคมีมีอาการหอบหืดร้อยละ 24.8 ซึ่งมากกว่าเด็กในพื้นที่อื่นๆ (ร้อยละ 10.1-11.5) เด็กที่อาศัยใกล้โรงงานปิโตรเคมีมีอาการของระบบทางเดินหายใจ เช่น มีเสียงวี๊ด, หอบเหนื่อยเมื่อออกกำลังกาย และเยื่อจมูกอักเสบ และมีค่าฟังก์ชันปอดต่ำกว่า เด็กที่อาศัยในพื้นที่อื่น

Pan et al., 2010 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศภายนอกอาคาร และความเจ็บป่วยของสุขภาพทางเดินหายใจของเด็ก ในจังหวัดที่มีอุตสาหกรรมทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จำนวนเด็กทั้งหมด 11,860 คน ช่วงอายุ 3-12 ปี เลือกใน 18 ตำบลของ 6 เมือง ในจังหวัด Liaoning โดยได้ข้อมูลจากพ่อแม่ของเด็ก ผลการศึกษาพบว่าปริมาณมลพิษทางอากาศในพื้นที่ดังกล่าวได้แก่ ค่าฝุ่นละอองรวม($188-689$ มค.ก./ลบ.ม.) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ($14-140$ มค.ก./ลบ.ม.) และไนโตรเจนไดออกไซด์($29-94$ มค.ก./ลบ.ม.) มลพิษทางอากาศทั้ง 3 พารามิเตอร์นี้มีผลกับการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของอาการไอ (ร้อยละ21-28) การมีเสมหะ(ร้อยละ21-30) และการมีหอบหืด(ร้อยละ 39-56) สรุปผลการศึกษาพบว่ามลพิษทางอากาศสูงนี้มีผลโดยตรงกับอาการระบบทางเดินหายใจของเด็ก และพบว่ามลพิษของฝุ่นละอองรวม มากกว่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์

Buadoung et al, 2009 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน กับโรคระบบหลอดเลือดหัวใจในกรุงเทพมหานคร โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของจำนวนผู้ป่วยรายวันที่มารักษัตวในสามโรงพยาบาลใหญ่ ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณฝุ่นละอองในหนึ่งวันที่ผ่านมา มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเพิ่มจำนวนของผู้ป่วยที่เข้ารับรักษัตวในโรงพยาบาลด้วยโรคหลอดเลือดหัวใจในกลุ่มผู้สูงอายุ(≥ 65 ปี) โดยเพิ่มขึ้น ร้อยละ 0.10 (95% CI คือ $0.03, 0.19$) เมื่อปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยเพิ่มขึ้นระดับ $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Tony, Ward and Garon. (2000) ทำการเปรียบเทียบปริมาณมลพิษทางอากาศในช่วงก่อนเกิดไฟฟ้าและหลังเกิดไฟฟ้าโดยทำการเก็บตัวอย่างอากาศในช่วงก่อนเกิดไฟฟ้าและหลังเกิดไฟฟ้า ในปี 2000 ซึ่งตัวอย่างที่สนใจศึกษา ได้แก่ $\text{PM}_{2.5}$ PM_{10} CO และสารอินทรีย์ระเหยง่าย (volatile organic compounds; VOCs) จำนวน 54 ชนิด ในเมือง มิสซูลา รัฐมอนแทนา ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ปริมาณ $\text{PM}_{2.5}$ PM_{10} CO ในช่วงหลังเกิดไฟฟ้าสูงกว่าก่อนเกิดไฟฟ้าและมีความสัมพันธ์กับอุบัติการณ์การเกิดไฟฟ้า และจากการสกัดสาร VOCs พบว่ามีสาร เบนซีน โทลูอีน เอทิลเบนซีน และ ไซลีน เพิ่มขึ้นหลังเกิดไฟฟ้า โดยปริมาณของเบนซีนและโทลูอีน มีความสัมพันธ์กับอุบัติการณ์การเกิดไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Johnston et al. (2002) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ PM_{10} จากหมอกควันกับจำนวนผู้ป่วยรายวันที่เข้ารับรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคหอบหืดในช่วงที่เกิดไฟฟ้า ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณ PM_{10} มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเพิ่มจำนวนของผู้ป่วยที่เข้ารับรักษัตวในโรงพยาบาลด้วยโรคหอบหืดอัตรารายสัปดาห์ ร้อยละ 1.20 (95% CI คือ $1.09 - 1.34$; $p < 0.001$) เมื่อปริมาณ PM_{10} เฉลี่ยเพิ่มขึ้นระดับ $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และเมื่อ PM_{10} สูงกว่า $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ มีผลทำให้ต่อเปอร์เซ็นต์การเพิ่มจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับรักษัตวในโรงพยาบาลด้วยโรคหอบหืด ร้อยละ 2.39 (95% CI คือ $1.46 - 3.90$) เมื่อเทียบกับวันที่ปริมาณ PM_{10} ต่ำกว่า $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Viswanathan et al. (2006) ได้ทำการวิเคราะห์ผลกระทบจากไฟป่าที่มีต่อคุณภาพอากาศและสุขภาพของผู้อาศัยอยู่ในซานดิเอโก โดยใช้ข้อมูลผลการตรวจวัดปริมาณสารมลพิษอากาศ ได้แก่ PM_{10} 24 ชั่วโมง CO , O_3 และก๊าซที่ทำให้โอโซนเพิ่มขึ้น ได้แก่ CH_4 และ Total hydrocarbon (THC) พบว่า ปริมาณสารมลพิษอากาศเพิ่มสูงขึ้น โดย PM_{10} และ CO มีค่าสูงเกินค่ามาตรฐานกำหนด ส่วน O_3 , CH_4 และ Total hydrocarbon (THC) มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดเนื่องจากไม่มีแสงแดดและเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยรายวันที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล 15 แห่งด้วยโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ หอบหืด หลอดลมฝอยอักเสบ ถุงลมโป่งพองและมีอาการเจ็บหน้าอก พบว่า มีผู้ป่วยเข้ารับการรักษาทั้งหมดจำนวน 31,321 คน เฉลี่ย 1,423 คนต่อวัน และมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณมลพิษอากาศอย่างมีนัยสำคัญ

Buadong et al. (2009) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน กับโรคระบบหลอดเลือดหัวใจในกรุงเทพมหานคร โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของจำนวนผู้ป่วยรายวันที่มารักษาตัวในสามโรงพยาบาลใหญ่ ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณฝุ่นละอองในหนึ่งวันที่ผ่านมา มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเพิ่มจำนวนของผู้ป่วยที่เข้ารับรักษาตัวในโรงพยาบาลด้วยโรคหลอดเลือดหัวใจในกลุ่มผู้สูงอายุ (≥ 65 ปี) โดยเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.10 (95% CI คือ 0.03, 0.19) เมื่อปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยเพิ่มขึ้นระดับ 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

Pengchai et al. (2009) ศึกษาการแหล่งที่มาของ PM_{10} และ PM_{10} -bound PAHs ในอากาศทั่วไปของจังหวัดเชียงใหม่และลำพูนโดยทำการตรวจวัดความเข้มข้นของ PM_{10} และ PM_{10} -bound PAHs ทุก 3 วันเป็นเวลา 24 ชั่วโมงตั้งแต่เดือนมิถุนายนปี 2005 ถึงมิถุนายน 2006 ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของ PM_{10} และ PM_{10} -bound PAHs เพิ่มขึ้นในช่วงฤดูแล้งตั้งแต่เดือนธันวาคมและสูงสุดในเดือนมีนาคมก่อนที่จะลดลงในช่วงปลายเดือนเมษายน และพบว่าสาเหตุเกิดจากการการเกษตรและไฟป่ามากที่สุด รองลงมาคือจากการไอเสียของยานพาหนะและอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 46-82, 12-49 และร้อยละ 3-19 ตามลำดับ และในฤดูฝนพบว่าความเข้มข้นของสารทั้งหมดมาจากไอเสียของยานพาหนะมากที่สุดร้อยละ 16-37

Martins et al. (2011) ศึกษาผลกระทบจากไฟป่าที่มีต่อระดับ PM_{10} และ O_3 ในพื้นที่ตอนเหนือของประเทศโปรตุเกสเป็นระยะเวลา 3 ปี ตั้งแต่ปี 2003 – 2005 โดยใช้ LOTOS - EUROS โมเดลในการสร้างแบบจำลองลักษณะการกระจายตัวของมลพิษอากาศจากไฟป่าและพื้นที่ที่ถูกเผา เมื่อเปรียบเทียบช่วงที่เกิดไฟป่าและไม่เกิดไฟป่า พบว่าปริมาณ PM_{10} และ O_3 ในช่วงที่เกิดไฟป่าเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 20 และปี 2005 มีปริมาณ PM_{10} และ O_3 สูงสุด

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

วิธีดำเนินงานวิจัย

ศึกษาผลกระทบสุขภาพของมลพิษทางอากาศที่มาจากแหล่งกำเนิดในพื้นที่ภัยพิบัติและเขตอุตสาหกรรม โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับมลพิษกับอาการโรคระบบทางเดินหายใจและจัดทำข้อมูลประมวลผลของผลกระทบในรูปแบบของระบบเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อใช้ในการเฝ้าระวังและติดตามตรวจสอบต่อไป โดยทำการศึกษาในพื้นที่ 3 แห่ง ได้แก่ ชุมชนเขตเมือง กรุงเทพมหานคร ที่มีปัญหามลพิษจากการจราจร เขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ซึ่งได้รับมลพิษหลักจากไฟป่า และเขตพื้นที่ชายฝั่งตะวันออก ได้รับมลพิษหลักจากอุตสาหกรรม การดำเนินการวิจัยแบ่งสามส่วนคือ

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

กิจกรรม	เดือน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	←→											
สำรวจพื้นที่ เลือกกลุ่มประชากร		←→										
ดำเนินการวิจัย			←→									
วิเคราะห์ข้อมูล								←→				
ประมวลผล									←→			
ทำรายงานสรุป									←→			
เผยแพร่ผลงานวิจัย										←→		

3.1 ศึกษาสภาพสิ่งแวดล้อมอากาศโดยรวมของประเทศไทย และมลพิษอากาศในเขตเมือง

ในเบื้องต้นได้ทำการศึกษาสภาพสิ่งแวดล้อมอากาศโดยรวมของประเทศไทย โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ กับปริมาณมลพิษอากาศ รวมทั้งศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา ต่อมาศึกษาการปล่อยมลพิษอากาศในพื้นที่เสี่ยง ในเขตชุมชนเมืองเขตอุตสาหกรรม และเขตพื้นที่ป่าภาคเหนือ ในช่วงแรกนี้ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ และโปรแกรมทางสถิติ คาดการณ์ภาวะมลพิษของประเทศไทยในอนาคต

3.1.1 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศไทย และคาดการณ์สภาวะการเปลี่ยนแปลงของค่าการสะสม ความร้อน และปริมาณน้ำฝน เปรียบเทียบตั้งแต่ปี ค.ศ.2012 อีก 30 ปี ค.ศ.2042 และจนถึง ปี ค.ศ.2092 ใช้ โปรแกรมการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ SIMCLIM

3.1.2 ตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ในช่วงที่มีไฟฟ้า ศึกษาผลกระทบต่อทัศนวิสัยและการเดินทาง โดยใช้ การคำนวณระยะมองเห็นจากภาพถ่าย ที่กำหนดพิกัดด้วย Global Positioning System เพื่อหาความสัมพันธ์ ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับระยะการมองเห็น

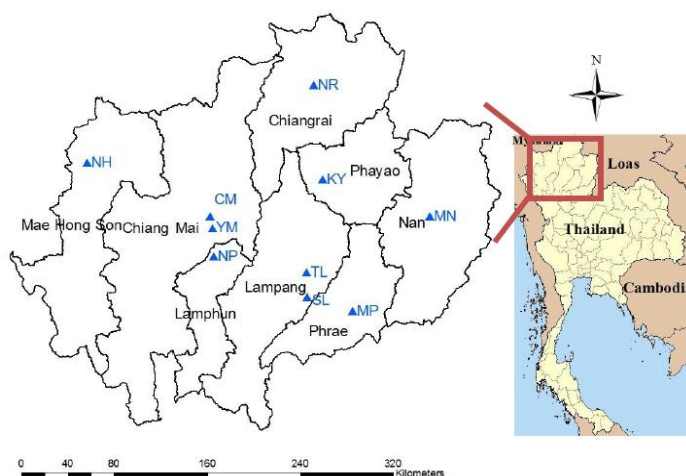
3.1.3. ใช้โปรแกรมทางสถิติและแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อคาดการณ์ปริมาณมลพิษในอนาคต โดยเฉพาะปริมาณโอโซนในเขตเมือง หาสาเหตุการเกิดสารเคมีที่ทำให้ปริมาณโอโซนสูงขึ้น ทำการประเมินและ คาดการณ์การเกิดโอโซนในเขตเมือง เนื่องมาจากปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่สูงขึ้นโดยการคำนวณจาก Photochemical Ozone creation Potential Indices และโปรแกรมทางสถิติ Generalized Additive Model

3.2 ศึกษาผลกระทบมลพิษทางอากาศกับสุขภาพด้วยแบบจำลองคุณภาพอากาศและระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์

ในส่วนนี้เป็นการศึกษาผลกระทบมลพิษทางอากาศกับสุขภาพในพื้นที่ ภาคเหนือ และผลกระทบในเขต อุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง ซึ่งมีการจัดทำข้อมูลประเมินความเสี่ยงของผลกระทบในรูปแบบของแผนที่เสี่ยง ด้วยระบบเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อใช้ในการเฝ้าระวังภาวะมลพิษ

3.2.1 กำหนดพื้นที่ศึกษา

3.2.1.1 ในเขตภาคเหนือทำการศึกษาในพื้นที่ 8 จังหวัด ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา แพร่ น่าน แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง (รูปที่ 3.1) ซึ่งเป็นพื้นที่ประสบปัญหาหมอกพิษ อากาศและหมอกควันทุกปีในช่วงฤดูแล้ง (มกราคม - เมษายน) เกษตรกรมักทำการเผาเศษวัสดุทางการเกษตร เพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับการทำการเกษตรในฤดูกาลต่อไป ทำให้เกิดปัญหาหมอกพิษทางอากาศขึ้น จึงได้นำข้อมูล ผลการตรวจวัดปริมาณมลพิษจากสถานีตรวจวัด 10 สถานี (ตารางที่ 3.2) ในพื้นที่ 8 จังหวัด ทั้งหมด 4 ชนิด คือ ฝุ่นละออง PM_{10} ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ โอโซน และสารอินทรีย์ระเหยกลุ่ม BTEX จากสถานีตรวจวัดใน พื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการตรวจวัดมลพิษอากาศเพิ่มเติมในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนและพะเยา เพื่อนำ ข้อมูลมาร่วมในการประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสมลพิษอากาศในเขตพื้นที่ภาคเหนือในช่วงที่เกิดไฟฟ้า และไม่เกิดไฟฟ้า



รูปที่ 3.1 พื้นที่ศึกษาในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน จำนวน 10 สถานี

ตารางที่ 3.2 สถานีตรวจวัดปริมาณมลพิษอากาศและพิกัดของสถานีในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

จังหวัด	สถานี	พิกัด (UTM 47N)	
		x	Y
ลำปาง	อนามัยสบป่าด (Sob Pad, SL)	580762	2018151
	อนามัยท่าสี่ (Ta See, TL)	579879	2039236
เชียงใหม่	ศาลากลาง (City Hall Chiang mai ,CM)	496709	2088015
	โรงเรียนยุพราช (Yupparaj wittayalai school, YM)	498803	2077766
เชียงราย	ทสจ. เชียงราย (ศูนย์บรรเทาสาธารณภัย) (Natural Resources and Environment office Chiangrai, NR)	586166	2201696
แม่ฮ่องสอน	ทสจ.แม่ฮ่องสอน (Natural Resources and Environment office Mae Hong Son, NH)	392292	2134528
ลำพูน	ทสจ.ลำพูน (Natural Resources and Environment office Lamphun, NP)	499848	2053317
กว๊านพะเยา	กว๊านพะเยา (Knowledge park Phayao, KY)	594257	2119842
แพร่	อุตุนิยม (Meteorological Phrae, MP)	619922	2005915
น่าน	เทศบาลเมือง (Muang Nan Municipality office, MN)	686341	2087939

3.2.1.2 เขตอุตสาหกรรม มาบตาพุด จังหวัดระยอง

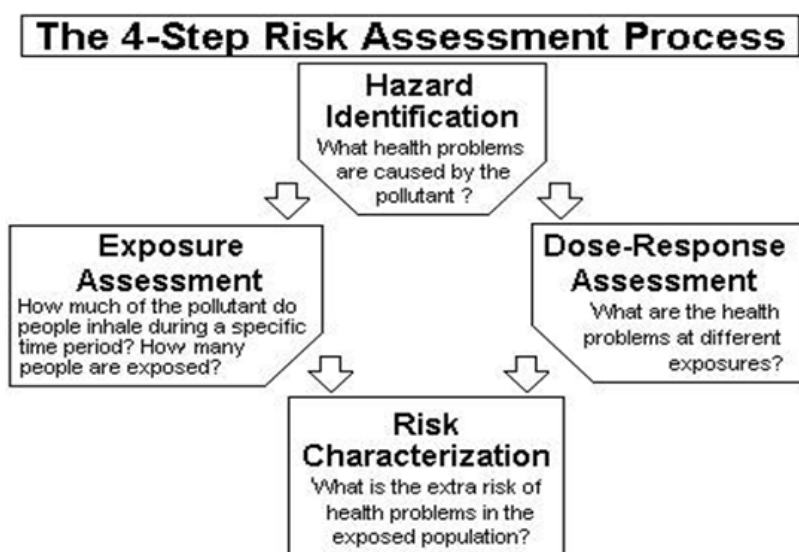
นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด มีจำนวนโรงงานทั้งสิ้น 60 โรงงานเช่น โรงงานปิโตรเคมี โรงงานกลั่นน้ำมัน โรงงานผลิตปุ๋ยและเคมีภัณฑ์ โรงผลิตไฟฟ้า และนอกจากนี้ยังมีโรงงานอุตสาหกรรมนอกเขตนิคมที่มีการประกอบอุตสาหกรรม โรงงานเหล่านี้มีการใช้และผลิตสารเคมีอันตรายหลายชนิด ที่สำคัญได้แก่ ก๊าซไนโตรเจน ออกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สารอินทรีย์ระเหย กรด ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และสารโลหะหนัก นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ในปัจจุบันตั้งอยู่ในพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย ซึ่งครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของเขตเทศบาลเมืองมาบตาพุด เทศบาลตำบลบ้านฉาง และเทศบาลเมืองบ้านฉาง จังหวัดระยอง เนื้อที่ 3,552 ตารางกิโลเมตร จังหวัดระยองตั้งอยู่ทิศตะวันออกของประเทศไทย ระหว่างเส้นรุ้งที่ 12-13 องศาเหนือ และเส้นแวงที่ 101-102 องศา



รูปที่ 3.2 แผนที่แสดงนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดและบริเวณโดยรอบ : ■ขอบเขตนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด และ 📍พื้นที่เสี่ยงได้รับผลกระทบ

3.2.2 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ

การประเมินความเสี่ยงของสุขภาพ (Health Risk Assessment) คือ กระบวนการประเมินโอกาสและความรุนแรงที่จะเกิดขึ้นกับ มนุษย์ หรือสิ่งแวดล้อมจากการได้รับหรือสัมผัสความเสี่ยงของมลพิษหรือสิ่งที่ก่อผลเสียต่อสุขภาพ การประเมินความเสี่ยงจัดเป็น “กระบวนการ” ของความคิด ที่ทาเพื่อจะให้รู้ได้ว่าความเสี่ยงนั้นมากน้อยเพียงใด มีกระบวนการ 4 ขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการประเมินความเสี่ยง

1. การบ่งชี้สิ่งคุกคาม (Hazard identification) คือกระบวนการในการบ่งชี้ว่าสิ่งใดหรือภาวะใดเป็นปัจจัยคุกคาม และการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาคำตอบว่า มลพิษนั้นมีอยู่จริงหรือไม่และมลพิษมีผลเสียต่อสุขภาพอนามัยหรือไม่อย่างไร ในการวิจัยนี้สิ่งคุกคามที่นำมาประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) โอโซน (O₃) สารอินทรีย์ระเหยง่ายในกลุ่มอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน BTEX ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) และ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ซึ่งเป็นสารมลพิษที่ใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป

2. การประเมินขนาดสัมผัสกับผลกระทบที่เกิดขึ้น (Dose-response assessment) คือ กระบวนการที่ประเมินขนาดของการสัมผัสระดับใดจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพมากน้อยเท่าใด เป็นการแสดงความสัมพันธ์ถึงปริมาณที่ได้รับกับความรุนแรงของความเป็นพิษทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ในขั้นตอนนี้สามารถแบ่งความเป็นพิษของสารเคมีออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

2.1 สารไม่ก่อมะเร็ง (non-carcinogen) รวมถึงสารที่ไม่มีผลต่อยีน และความเป็นพิษอย่างอื่นที่ไม่ใช่การเกิดมะเร็ง หลักเกณฑ์ที่บ่งบอกว่าสารไม่เป็นสารก่อมะเร็งคือ สารกลุ่มนี้ แสดงค่า threshold คือ ปริมาณสารเคมีมากที่สุดที่สามารถรับเข้าสู่ร่างกายได้ทุกวันโดยไม่ทำให้เกิดความผิดปกติใดๆ ในขั้นตอน dose-response assessment

2.2 สารก่อมะเร็งที่มีผลต่อยีน (genetic carcinogen) สำหรับสารก่อมะเร็งจะใช้แนวความคิดที่ว่าสารกลุ่มนี้ไม่มี ค่ากำหนดขั้นต่ำที่จะไม่ก่อให้เกิดโรคซึ่งหมายความว่า ไม่ว่าจะได้รับสารก่อมะเร็งปริมาณเล็กน้อยเพียงใดก็ตาม แม้เพียง 1 โมเลกุลก็มีโอกาส (probability) ที่จะเกิดมะเร็งได้

ระดับการตอบสนองของร่างกายของสารมลพิษที่ศึกษา มีความแตกต่างกัน ตามปริมาณ และ อวัยวะเป้าหมาย ดังตัวอย่างในตารางที่ 3.3 ค่าความเข้มข้นอ้างอิง RfC ก็แตกต่างกันตามชนิดของสาร ดังตัวอย่างในตารางที่ 3.4 ส่วนไนโตรเจนไดออกไซด์ และ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่ใช่สารก่อมะเร็งและไม่มีการระบุค่า RfC ในการวิจัยนี้จึงใช้ค่ามาตรฐานของ WHO ในการเปรียบเทียบผลกระทบ

ตารางที่ 3.3 ขนาดสัมผัสกับการตอบสนองของร่างกาย

สารมลพิษ	REL type	Inhalation REL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Hazard Index Target Organs	species
CO	A	2.3×10^4	ระบบหัวใจและหลอดเลือด	H
O ₃	A	1.8×10^2	ตา และระบบทางเดินหายใจ	H
Benzene	A	1.3×10^3	ระบบสืบพันธุ์/พัฒนาการ ระบบภูมิคุ้มกัน ระบบเลือด	R
	C	6.0×10^1	ระบบเลือด ระบบประสาทและพัฒนาการ	H
Toluene	A	3.7×10^4	ระบบทางเดินหายใจและระบบประสาท	H
	C	3.0×10^2	ระบบทางเดินหายใจ ระบบประสาท ตา ระบบสืบพันธุ์และพัฒนาการ	R
Ethylbenzene	C	2.0×10^3	ระบบทางเดินอาหาร(ตับ) ไต ระบบต่อมไร้ท่อ และพัฒนาการ	M, R
Xylene	A	2.2×10^4	ระบบประสาท ระบบทางเดินหายใจและตา	H
	C	7.0×10^2	ระบบประสาท ระบบทางเดินหายใจและตา	H

ที่มา: ดัดแปลงจาก OEHHA. (2003)

- Reference Exposure Level (REL) type : A = acute (พิษเฉียบพลัน) และ C = chronic (พิษเรื้อรัง)
- Species ที่ใช้ในการศึกษาเพื่อพัฒนาค่า REL : H = human; R = rat; M = mouse

3. การประเมินการสัมผัส (Exposure assessment) คือ การคำนวณปริมาณที่มนุษย์หรือสิ่งแวดล้อมได้รับสัมผัสสิ่งคุกคามโดย คำนึงถึงขนาดการสัมผัส (dose) ระยะเวลาที่สัมผัส (duration) ถือว่าเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากในการประเมินความเสี่ยง ความรุนแรงของความเป็นพิษของสารเคมีขึ้นอยู่กับปริมาณของสารที่ได้รับ ถ้าการประเมินปริมาณสารที่ได้รับมีความผิดพลาดจากความเป็นจริง การคำนวณความเสี่ยงก็就会有คลาดเคลื่อนสูง ในขั้นตอนการประเมินการรับสัมผัสสารมลพิษในสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ร่างกาย จำเป็นต้องทราบถึงลักษณะของสารว่าเป็นสารเคมีหรือสารทางชีวภาพ ระดับความเข้มข้นของสารมลพิษที่มีการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม เช่น ในน้ำ ดิน อากาศ อาหาร นอกจากนี้ต้องทราบระยะเวลาในการรับสัมผัสสารว่าได้รับสัมผัสสารในช่วงเวลาสั้นๆ หรือได้รับสัมผัสสารเป็นระยะเวลานาน และความถี่ในการรับสัมผัสสารว่ามีการสัมผัสสารมลพิษในสิ่งแวดล้อมบ่อยครั้งแค่ไหน เพื่อที่จะได้นำมาคำนวณหาปริมาณสารที่เราได้รับสัมผัสเข้าสู่ร่างกาย โดยขั้นตอน Exposure Assessment สามารถแบ่งการประเมินการรับสัมผัสสารออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสารไม่ก่อมะเร็ง และกลุ่มสารก่อมะเร็ง

ตารางที่ 3.4 ค่าระดับความเข้มข้นอ้างอิงในอากาศ (RfC) และ Inhalation Unit Risk

สารมลพิษ	Inhalation RfC (mg/m ³)	แหล่งข้อมูล	Inhalation Unit Risk (µg/m ³) ⁻¹	แหล่งข้อมูล
CO	23.00	EPA	-	-
O ₃	0.18	EPA	-	-
Benzene	0.03	IRIS	7.8 × 10 ⁻⁶	IRIS
Toluene	5.00	IRIS	-	-
Ethylbenzene	1.00	IRIS	2.50 × 10 ⁻⁶	CAL/EPA
Xylene	0.10	IRIS	-	-

ที่มา : ดัดแปลงจาก U.S.EPA. (2013)

Exposure Assessment ของสารไม่ก่อมะเร็ง

$$EC \text{ (mg/m}^3\text{)} = (C \times ET \times EF \times ED) / AT \dots\dots\dots (3.1)$$

Exposure Assessment ของสารก่อมะเร็ง

$$CDI \text{ (µg/m}^3\text{)} = (C \times ET \times EF \times ED) / AT \dots\dots\dots (3.2)$$

เมื่อ CDI = ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารก่อมะเร็งที่ได้รับในแต่ละวัน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

EC = ปริมาณสารที่ได้รับสัมผัสในแต่ละวัน (mg/m^3)

C = ความเข้มข้นของสารมลพิษในอากาศ

ET = เวลาในการรับสัมผัส (24 ชั่วโมง/วัน)

EF = ความถี่ในการรับสัมผัส (350 วัน/ปี)

ED = ระยะเวลาที่รับสัมผัสสาร (30 ปี)

AT = ระยะเวลาในการรับสัมผัสสาร (สารไม่ก่อมะเร็งใช้ $ED \times 365$ และ สารไม่ก่อมะเร็งใช้ 70×365)

4. การอธิบายลักษณะความเสี่ยง (Risk Characterization) คือกระบวนการนี้จะต้องบอกให้ได้ว่าความเสี่ยงต่อปัจจัยคุกคามที่สนใจนั้น ระดับของความเสี่ยงมีมากน้อยแค่ไหน มีความเสี่ยงอย่างไร เป็นการรวบรวมเอาข้อมูลต่างๆ ที่ได้คำนวณและวิเคราะห์ของทั้ง 3 ขั้นตอนข้างต้นมาตรวจสอบและนามาประเมินความเสี่ยงหรือโอกาสที่จะเกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์จากการได้รับสัมผัสสารเคมีนั้น พร้อมกับสรุปข้อมูลเพื่อเป็นการสนับสนุนของความเสี่ยงที่ได้รับจากการสัมผัสการปนเปื้อนมลพิษในสิ่งแวดล้อม โดยลักษณะของความเสี่ยงที่คำนวณได้จะเป็นการช่วยตัดสินใจของผู้ประเมินความเสี่ยงว่าสารมลพิษที่เราสนใจนั้นมีความเสี่ยงมากน้อยหรือไม่ พร้อมกับข้อมูลเกี่ยวกับวิธีในการประเมินความเสี่ยงสำหรับในขั้นตอน Risk Characterization จะแยกการประเมินออกเป็น 2 กลุ่ม ตามผลกระทบของสารเคมีต่อสุขภาพของมนุษย์ ดังนี้

สารไม่ก่อมะเร็ง $HQ = EC / RfC \dots\dots\dots(3.3)$

สารก่อมะเร็ง $HQ = CDI \times UR \dots\dots\dots(3.4)$

Hazard Index $HI = \sum HQ \dots\dots\dots(3.5)$

Carcinogenic risks $CR = IUR \times CDI \dots\dots\dots(3.6)$

3.2.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD

แบบจำลอง AERMOD เป็นแบบจำลองที่ U.S. EPA และอีกหลายประเทศกำหนดให้เป็น Preferred regulatory model ที่ใช้ในการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพในบรรยากาศจากการเคลื่อนที่และกระจายตัวของมลพิษจากแหล่งกำเนิดในระยะทางไม่เกิน 50 กิโลเมตรในทุกสภาพพื้นที่และลักษณะอุตุนิยมวิทยา สามารถใช้ได้สำหรับหลายประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษและลักษณะพื้นที่ เช่น ใช้ได้กับแหล่งกำเนิดทั้งแบบจุด

แบบพื้นที่ และแบบปริมาตร (Point, Area and Volume Sources) ใช้กับแหล่งกำเนิดบนผิวดิน เหนือผิวดิน และมีระดับความสูงต่ำของพื้นที่ ใช้ได้กับพื้นที่ทั้งแบบนอกเมืองและในเมือง (Rural and Urban Areas) ใช้ศึกษาในพื้นที่ราบทั่วไปและในพื้นที่ซึ่งมีความซับซ้อน (Complex Terrain) และใช้ศึกษาความเข้มข้นของมลพิษในระดับความละเอียดได้ตั้งแต่ค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงถึงค่าเฉลี่ยรายปี

3.2.4 ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ Geographic Information System : GIS คือกระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ โปรแกรม ArcGIS เป็นชุดโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โปรแกรมหนึ่ง ที่ใช้ในการจัดการข้อมูลภูมิสารสนเทศ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ ของหน่วยงานทั้งภาครัฐ เอกชน และสถานศึกษา ประกอบด้วยชุดโปรแกรม 3 ส่วน ArcView, ArcEditor, ArcInfo เพื่อการนำเข้า แก้ไข วิเคราะห์ และแสดงผล

3.2.4.1 องค์ประกอบของ ArcGIS

ArcMap ใช้สำหรับในการแสดงภาพ ปรับแก้ข้อมูลเชิงพื้นที่ สร้างแผนที่ กราฟ และรายงานฐานข้อมูล GIS จะแสดงบนแผนที่ที่เรียกว่าชั้นข้อมูลหรือ Layer ในแต่ละชั้นข้อมูลจะแยกเป็นข้อมูลแต่ละประเภทที่จัดเก็บอยู่ในบริเวณ Table of Content (TOC)

ArcToolbox เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของ GIS เช่นใช้ในการแปลงระบบพิกัดหรือแปลงข้อมูลต่างๆ ไปเป็น Geodatabase

3.2.4.2 การประมาณค่าข้อมูลด้วย ArcGIS

ข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ในโปรแกรม ArcGIS จะต้องอยู่ในรูปแบบ Delimiter Text (*.txt) หรือตารางใน excel (.xlsx) โดยเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital Data) จะต้องมีการกำหนด x, y coordinate เพื่อนำมา digitize โดยใช้ระบบ UTM WGS1984 Northern Hemisphere 10 47N ซึ่งเป็นบริเวณตำแหน่งของประเทศไทย และนำเข้าโปรแกรมและเซฟออกมาให้อยู่ในรูป Shapefile(.shp) และจากนั้นจึงจะสามารถประมาณค่า (Interpolation) การประมาณค่ามีหลายวิธีเช่นวิธี IDW, Kriging เป็นต้น โดยวิธีการแทรกค่าแบบ Inverse Distance Weighted มีหลักการในการแทรกค่าโดยหาการสุ่มจุดตัวอย่างแต่ละจุดจากตำแหน่งที่สามารถส่งผลไปยังเซลล์ที่ต้องแทรกค่าทำให้มีได้ค่าน้อยลงเรื่อยๆ ตามระยะทางที่ไกลออกไปจากเซลล์ที่ต้องการแทรกค่า ดังนั้นจุดที่อยู่ใกล้กับเซลล์ที่ต้องการคำนวณค่าจะมีค่าน้ำหนักมากกว่าจุดที่อยู่ไกลออกไปโดยเราสามารถระบุจำนวนจุดหรืออาจจะใช้ทุกจุดที่อยู่ในรัศมีที่กำหนดมาคำนวณหาให้เซลล์ผลลัพธ์ได้ วิธีการแทรกค่าแบบ Kriging เป็นวิธีการแทรกที่ทำการสันนิษฐานจากระยะทางหรือทิศทางระหว่างจุดตัวอย่างแต่ละจุดจะแสดงความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ที่สามารถ

นำมาใช้ในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวได้ด้วยวิธีการ Kriging นี้จะทำการเลือกสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับจุดตัวอย่างที่เลือกไว้หรือจุดตัวอย่างทั้งหมดภายในรัศมีที่กำหนดเพื่อให้ค่าผลลัพธ์ในแต่ละพื้นที่ออกมาวิธีนี้มีการทำงานหลายขั้นตอนโดยผสมผสานการสำรวจวิเคราะห์ค่าทางสถิติของข้อมูลการทำแบบจำลองแบบ Variogram การสร้างพื้นผิวและยังมีส่วนเสริมให้สามารถตรวจดูความแปรปรวนของพื้นผิวได้อีก เมื่อเลือกใช้วิธีการประมาณค่าได้แล้ว ผลที่ได้จะแสดงออกมาเป็นรูปภาพ JPEG File จึงสามารถนำภาพที่ได้นั้นไปใช้วัตถุประสงค์ที่ต้องการ

3.3 ศึกษากระบวนวิธีหาสิ่งแวดล้อมของผลกระทบมลพิษทางอากาศกับสุขภาพ

เป็นการศึกษาผลกระทบมลพิษทางอากาศกับสุขภาพทางเดินหายใจในเขตอุตสาหกรรม มาบตาพุด จังหวัดระยอง โดยทำการตรวจสอบสภาพปอด ของเด็กนักเรียน ในพื้นที่เสี่ยง ประกอบข้อมูลจากแบบสอบถามด้านสุขภาพปอด

3.3.1 พื้นที่ศึกษาและข้อมูลประชากร

พื้นที่ศึกษาและประชากร เลือกโรงเรียนประถมศึกษาในเขตอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง ซึ่งเป็นเขตควบคุมมลพิษ อันได้แก่ ต.มาบตาพุด ต.ห้วยโป่ง ต.เนินพระ และ ต.ทับมา อ.เมือง ต.มาบข่า อ.นิคมพัฒนา ต.บ้านฉาง อ.บ้านฉาง นักเรียนประถมศึกษาอายุระหว่าง 10 - 12 ปี อยู่ในพื้นที่มากกว่า 3 ปี ไม่สูบบุหรี่ ไม่มีประวัติโรคทางเดินหายใจตั้งแต่เกิด

แบ่งประชากรเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 โรงเรียนที่อยู่รอบนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ประมาณไม่เกิน 1 กิโลเมตร จำนวน 4 โรงเรียน ได้จำนวนตัวอย่าง 444 ตัวอย่าง

กลุ่มที่ 2 โรงเรียนที่อยู่ห่างจากนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ประมาณ 5 กิโลเมตร จำนวน 2 โรงเรียน ได้จำนวนตัวอย่าง 143 ตัวอย่าง

กลุ่มที่ 3 โรงเรียนที่อยู่ห่างจากนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ประมาณ 10 กิโลเมตร จำนวน 2 โรงเรียน ได้จำนวนตัวอย่าง 270 ตัวอย่าง รวมจำนวนตัวอย่าง 857 ตัวอย่าง

3.3.2 วิธีการดำเนินการศึกษา

3.3.2.1 แบบสอบถามระบบทางเดินหายใจ

แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป ข้อมูลเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ปรับปรุงจาก ATS-DLD-78-C respiratory questionnaires มีเนื้อหาข้อมูลทั่วไป (ได้แก่ อายุ เพศ ที่อยู่อาศัยใกล้ถนน หรือในเขตอุตสาหกรรม ระยะเวลาที่อยู่อาศัย สิ่งแวดล้อมในบ้าน การสูบบุหรี่ การใช้เชื้อเพลิงหุงต้มอาหาร สภาพ-เศรษฐกิจสังคม สถิติประชากร) และข้อมูลระบบทางเดินหายใจ (ได้แก่ อาการไอ อาการมีเสมหะ อาการหายใจมีเสียง ความเจ็บป่วยอื่นๆ และประวัติครอบครัว)

3.3.2.2 สมรรถภาพปอด

การวัดสมรรถภาพปอด (Lung function) ด้วยเครื่อง spirometer การตรวจสมรรถภาพปอดจะสามารถบ่งชี้ถึงการเสื่อมของการทำงานของปอด ก่อนที่จะมีอาการเกิดขึ้น ทำให้รู้ค่าที่สำคัญ ได้แก่

- Forced Expiratory Volume in One Second (FEV1) เป็นปริมาตรอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่จากการหายใจเข้าเต็มที่ มีหน่วยเป็นลิตรที่อุณหภูมิกาย แรงดันบรรยากาศซึ่งอิ่มตัวด้วยไอน้ำ (BTPS)
- Forced Vital Capacity (FVC) เป็นปริมาตรสูงสุดของอากาศที่ขับออกโดยการหายใจออกเร็วและแรงเต็มที่ จนสุดจากการหายใจเข้าเต็มที่ มีหน่วยเป็นลิตรที่อุณหภูมิกาย แรงดันบรรยากาศซึ่งอิ่มตัวด้วยไอน้ำ (BTPS)
- FEV1/FVC% เป็นการนำเอาค่า FEV1 และ FVC มาประเมินร่วมกัน เพื่อเปรียบเทียบคำว่า “ปริมาตรอากาศที่หายใจออกมาได้ใน 1 วินาที จะเป็นจำนวนกี่เปอร์เซ็นต์ของอากาศที่มีอยู่ในปอดของคนนั้น” ซึ่งโดยปกติควรหายใจออกมาได้ไม่น้อยกว่า 70 %
- Forced Expiratory Flow Between 25 and 75% Expired Volumes (FEF25-75%) หรือค่า MMEF (Maximum Mid Expiratory Flow rate) เป็นค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลของอากาศในช่วงกลางของ FVC ซึ่งเป็นส่วนใหญ่ที่ไม่ขึ้นกับความพยายามของผู้ป่วย มีค่าเป็นลิตรต่อวินาที หรือลิตรต่อนาที

3.3.3 สถิติวิเคราะห์

สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS

3.3.3.1 ANOVA ศึกษาความสัมพันธ์ของมลพิษอากาศเปรียบเทียบในพื้นที่ศึกษากับพื้นที่ควบคุม

3.3.3.2 Yates' Chi-Square Test ใช้ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว ได้แก่ ตัวแปรอาการระบบทางเดินหายใจ(อาการไอ มีเสมหะ หอบหืด หลอดลมอักเสบ ฯ) สมรรถภาพปอด เปรียบเทียบในพื้นที่ศึกษากับพื้นที่ควบคุม

3.3.3.3 Binary Logistic Regression Technique ใช้ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ได้แก่ ตัวแปรต่างๆจากแบบสอบถาม (เพศ อายุ ระยะเวลาที่อาศัย ขนาดบ้าน จำนวนสมาชิกในครอบครัว ประวัติการสูบบุหรี่ของพ่อแม่ การใช้เครื่องปรับอากาศ การเลี้ยงสัตว์ ฯลฯ) กับตัวแปรอาการระบบทางเดินหายใจ และสมรรถภาพปอด

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ศึกษาสภาพสิ่งแวดล้อมอากาศโดยรวมของประเทศไทย และมลพิษอากาศในเขตเมือง

ได้มีผลวิจัยเผยแพร่ 4 บทความ ดังนี้

1. Jinsart W., and Thepanondh S. 2014 “Effects of climate change on heat accumulation and precipitation in Thailand” International Journal of Environmental Science and Development, 5(4), 340-343

เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศไทย และคาดการณ์สภาวะการเปลี่ยนแปลงของค่าการสะสมความร้อน และปริมาณน้ำฝน เปรียบเทียบตั้งแต่ปี ค.ศ. 2012 อีก 30 ปี ค.ศ.2042 และจนถึง ปี ค.ศ. 2092 พบว่า ค่าสะสมความร้อนมีปริมาณสูงขึ้นไปมากในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2. Jinsart W., Arbmanee D, Ngeabprasert R and Pungkhom P. 2014 “ Impact on Visibility and Air Quality from Bushfire Smog in Northern Thailand” A&WMA's 2014 Annual Conference & Exhibition Navigating Environmental Crossroads, June 24-27, 2014, Long Beach, CA,USA

ฝุ่นละอองขนาดเล็ก ในบรรยากาศทั่วไป มีปริมาณสูงมาก ในช่วงที่มีไฟป่า มีผลกระทบต่อทัศนวิสัยและการเดินทาง การวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละออง กับ ระยะเวลามองเห็น

3. Saengsai S. and Jinsart W 2015 “Ozone Formation Potential of Oxygenated Hydrocarbons: Phasing-in of Gasohol in Bangkok Thailand” IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology , 9(1), pp35-41

การวิจัยนี้ใช้โปรแกรมทางสถิติและแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อคาดการณ์ปริมาณมลพิษในอนาคต ของปริมาณไอโซนในเขตเมือง สารเคมีที่ทำให้เกิดไอโซนอยู่ในกลุ่มสารอินทรีย์ไฮโดรคาร์บอนที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ เป็นสาเหตุสืบเนื่องมาจากการใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์อย่างมาก ในกรุงเทพมหานคร

4. Saengsai S. and Jinsart W 2015 “Evaluation of Urban Ozone Formation by Photochemical Ozone creation Potential Indices and Generalized Additive Model” BCEE-2015 International Conference on Biological, Civil and Environmental Engineering, February 3-4, 2015, Bali, Indonesia

ไอโซน เป็นมลพิษทุติยภูมิเกิดจากปฏิกิริยาเคมีเชิงแสงของมลพิษอากาศหลัก การวิจัยนี้เป็นการประเมินและคาดการณ์การเกิดไอโซนในเขตเมือง เนื่องจาก ปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่สูงขึ้น โดยการคำนวณจาก Photochemical Ozone creation Potential Indices และโปรแกรมทางสถิติ Generalized Additive Model

4.2 ศึกษาผลกระทบมลพิษทางอากาศกับสุขภาพด้วยแบบจำลองคุณภาพอากาศและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การดำเนินงานเสร็จสิ้นแล้ว ผลศึกษาวิจัย จัดทำเป็นบทความ 2 เรื่อง คือ

1. Pungkhom, P. and Jinsart, W., 2014 “Health Risk Assessment from bush fire air pollutants using statistical analysis and Geographic Information System: case study in the northern Thailand” International Journal of Geoinformatics, 10(1), 17-24

เป็นการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสมลพิษทางอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ของ ประเทศไทย ซึ่งเป็นพื้นที่ประสบปัญหาหมอกพิษทางอากาศจากหมอกควันในช่วงฤดูแล้ง มีสาเหตุจากไฟป่า พบว่า ความถี่ของการเกิดไฟป่ามีความสัมพันธ์กับปริมาณมลพิษทางอากาศ ในช่วงเกิดไฟป่ามีปริมาณมลพิษสูงกว่าช่วงปกติ การรับสัมผัสก๊าซโอโซนมีอันตรายต่อสุขภาพ และประชาชนที่ได้รับสัมผัส สารอินทรีย์ระเหยง่าย มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง

2. Teerapatlada N., Wathanapanich Y., and Jinsart W 2015 “ Health risk assessment of industrial emissions in Map Ta Phut Thailand using AERMOD modeling and GIS based maps” ” International Journal of Geoinformatics, revision

เป็นการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชากร ที่มีที่พักอาศัย อยู่ใกล้แหล่งกำเนิดมลพิษ ในระยะ 5 กิโลเมตร ปริมาณ มลพิษในบรรยากาศทั่วไป คำนวณจาก แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD จากนั้น คำนวณการสัมผัสที่มีความเสี่ยง โดยใช้การคำนวณ ดัชนีอันตราย Hazard Index รวบรวมผล และจัดทำ แผนที่ ความเสี่ยงด้วยโปรแกรม ระบบ สารสนเทศภูมิศาสตร์

4.3 ศึกษาระบาดวิทยาสิ่งแวดล้อมของผลกระทบมลพิษทางอากาศกับสุขภาพ

ผลศึกษาวิจัย จัดทำเป็นบทความ 1 เรื่อง ซึ่งอยู่ระหว่างรอการตอบรับ เพื่อตีพิมพ์ คือ

1. Asa, P., Jinsart W. and Yano E. 2015 “Lung function impairment and respiratory symptoms in school children expose to petrochemical pollution in Rayong province, Thailand” Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health, revision

เป็นการศึกษาผลสุขภาพของเด็กที่มีความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสมลพิษอากาศในปริมาณสูง กลุ่มศึกษาคือเด็กที่อยู่ในเขตอุตสาหกรรม ตำบลมาบตาพุด จังหวัดระยอง กลุ่มควบคุม คือเด็กที่อยู่ห่างจากเขตอุตสาหกรรม มีที่พักอยู่ในตำบลเนินพระ จังหวัดระยอง ทำการตรวจสอบสมรรถภาพปอด และวิเคราะห์อาการของการหายใจ ของเด็กนักเรียนจำนวน 806 คน โดยใช้แบบสอบถามมาตรฐานของสมาคมโรคปอด สหรัฐอเมริกา AST-DLD version 78C และตรวจสอบสมรรถภาพปอดด้วย Automated spirometry (CHESTGRAPH HI-101, CHEST, JAPAN) เปรียบเทียบกับกลุ่มประชากร ที่อยู่ในระยะห่างจากแหล่งกำเนิดมลพิษในระยะ 1 กิโลเมตร 5 กิโลเมตร และ 10 กิโลเมตร พบว่าประชากรที่อยู่อาศัยในระยะทางใกล้แหล่งกำเนิด มีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการโรคทางระบบทางเดินหายใจได้มากกว่ากลุ่มควบคุม ผลงานอยู่ระหว่างรอการตีพิมพ์ในวารสารที่มีค่า Impact Factor

บทที่ 5

สรุปและเสนอแนะ

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสมลพิษอากาศ

5.1 ผลจากการประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสมลพิษอากาศกลุ่มสารไม่ก่อมะเร็งและสารที่มีความเป็นพิษเรื้อรัง ได้แก่ CO, O₃ และสารอินทรีย์ระเหย BTEX ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ปี 2554 - 2556 พบว่า การรับสัมผัส CO และ สารอินทรีย์ระเหย BTEX ในอากาศไม่มีความรุนแรงจนก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน (HI < 1) แต่การรับสัมผัส O₃ ที่ปนเปื้อนในอากาศเป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน (HI > 1) ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเสี่ยง (HI) ของ CO และ O₃ กับความถี่การเกิดไฟป่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันในระดับสูง (r = 0.822 และ 0.783) และค่าความเสี่ยงจากการสัมผัสสาร Benzene และ Xylene มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันในระดับต่ำ (r = 0.211 และ 0.218) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จากแผนที่ทำนายความเสี่ยงจากการสัมผัสมลพิษ พบว่า ช่วงเกิดไฟป่ามีค่า HQ ของ CO และ O₃ สูงกว่า 0.057 และ 0.3198 ช่วงไม่เกิดไฟป่ามีค่า HQ ต่ำกว่า 0.050 และ 0.2017 ตามลำดับ สำหรับค่า HQ จากการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยกลุ่ม BTEX พบว่า ในช่วงเกิดไฟป่าจังหวัดเชียงใหม่มีค่า HQ สูงสุดโดยเฉพาะในเขตเมืองและมีค่า HQ ต่ำสุดในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งแตกต่างจากช่วงไม่เกิดไฟป่าจังหวัดแม่ฮ่องสอนมีค่า HQ สูงสุดเนื่องจากเป็นช่วงเทศกาลทุ่งดอกบัวตองบานทำให้เกิดการเดินทางมากขึ้นในช่วงเดือนตุลาคมของทุกปี เมื่อประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสสาร Benzene และ Ethylbenzene ในอากาศต่อการเกิดโรคมะเร็งในมนุษย์ Carcinogenic risks (CR) ในจังหวัดเชียงใหม่ปี 2554 - 2556 พบว่า ประชาชนที่ได้รับสัมผัสสาร Benzene และ Ethylbenzene ในอากาศมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง (CR > 1×10⁻⁶ μg/m³) โดยช่วงเกิดไฟป่ามีค่าระหว่าง 1.28×10⁻⁶ - 9.30×10⁻⁶ และ 1.18×10⁻⁶ - 8.84×10⁻⁶ ตามลำดับ และในช่วงที่เกิดไฟป่ามีค่าระหว่าง 9.30×10⁻⁶ - 2.92×10⁻⁶ และ 4.97×10⁻⁶ - 2.57×10⁻⁶ ตามลำดับ และจากผลการตรวจเพิ่มเติมในจังหวัดแม่ฮ่องสอนและพะเยา พบค่า CR ของสาร Benzene และ Ethyl benzene มากกว่า 1×10⁻⁶ μg/m³ ทั้งในช่วงที่เกิดไฟป่าและไม่เกิดไฟป่า โดยค่า CR ของ Benzene และ Ethylbenzene มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับความถี่การเกิดไฟป่า (r = 0.956 และ r = 0.309) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.05)

5.2 การประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสของมลพิษอากาศเฉลี่ยรายปี และแผนที่การกระจายความเสี่ยงของมลพิษในบริเวณเขตอุตสาหกรรม มาบตาพุด จังหวัดระยอง

การประเมินความเสี่ยงค่า Hazard Quotient (HQ) ของทั้ง 2 มลพิษ จะพบว่าค่า HQ ของไนโตรเจนไดออกไซด์ ซึ่งมีค่าไม่เกิน 1 แสดงให้เห็นว่าการรับสัมผัสสารยังไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพอนามัย แต่ค่าของ HQ ของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่าเกิน 1 อยู่ที่ เมืองใหม่มาบตาพุด และรองลงมาชุมชนอิสลาม และอนามัยมาบตาพุด ซึ่งมีค่าเกิน 1 ดังนั้นการรับสัมผัสสารอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพอนามัย และเมื่อรวมเป็นค่า Hazard Index (HI) พบว่า ค่า HI ที่มากกว่า 1 พบในตำบลมาบตาพุด ซึ่งสอดคล้องกับแผนที่การกระจายความเสี่ยงของมลพิษ นอกจากนั้นยังชี้ให้เห็นอีกว่าในตำบลมาบตาพุดเป็นบริเวณที่ใกล้นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด และอยู่ในทางทิศลมที่พัดมาจากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ โดยตำบลมาบตาพุดมีจำนวนประชากรรวมประมาณ 22,573 คน ดังนั้นการรับสัมผัสมลพิษทั้งสองบริเวณตำบลมาบตาพุดจะส่งผลให้ มีสารมลพิษเข้าสู่ร่างกายปริมาณมากกว่าปริมาณอ้างอิง ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อสุขภาพประชาชน

การประเมินความเสี่ยงของทั้ง 2 มลพิษแสดงให้เห็นว่า ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นมีผลมาจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และมาจากนิคมอุตสาหกรรมเป็นหลัก

5.3 ข้อเสนอแนะ

การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากหลายแห่ง แล้วนำมาประมวลผลร่วมกัน จำเป็นต้องใช้เวลาในการศึกษาความน่าเชื่อถือของข้อมูล ประกอบด้วย จึงอาจทำให้ต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นจากระเบียบวิธีวิจัยที่ได้กำหนดไว้ แต่ทั้งนี้ คณะผู้วิจัย ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทำให้ บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการได้ตามกำหนด

โครงการวิจัยนี้มีผลการดำเนินงานทั้งหมด เผยแพร่สู่สาธารณะจำนวน 7 เรื่อง รายละเอียด ของบทความทั้งหมดที่เป็นผลการวิจัยของโครงการนี้ อยู่ในภาคผนวกของรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ การวิจัยต่อเนื่องจากโครงการวิจัยนี้ จะเป็นเรื่องต่อเนื่องกัน คือ การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสสารมลพิษทางอากาศของประชาชนในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ซึ่งอยู่ภายใต้ โครงการ การศึกษาผลกระทบจากการแพร่กระจายของสารพิษในอากาศจาก การเผาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในที่โล่ง ซึ่งได้รับการสนับสนุนจาก ทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินอุดหนุนทั่วไปจากรัฐบาล ปีงบประมาณ 2558

เอกสารอ้างอิงของการวิจัย

- กรมควบคุมมลพิษ. มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_airsnd01.html, 2556 สืบค้นวันที่ 25 มกราคม 2558
- กรมควบคุมมลพิษ. การดำเนินการแก้ไขปัญหามลพิษในพื้นที่มาบตาพุด [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/pol_maptapoot_plan.html, 2550 สืบค้นวันที่ 1 ธันวาคม 2557
- Aekplakorn W, Loomis D, Vichit-Vadkan N, Shy C and Plungchuchon S. 2003. Acute effects of SO₂ and particles from a power plant on respiratory symptom of children, Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 34(4):906-14.
- Buadoung D, Jinsart W, Funatagawa I, Karita K, and Yano E, 2009, Association between PM₁₀ and O₃ levels and hospital visits for cardiovascular diseases in Bangkok, Thailand” *J. Epidemiol*, 19(4), 182-188
- Cheng H.R., Saunders S.M., H Guo, H., Louie P.K.K and Jiang, F. Photochemical trajectory modeling of ozone concentrations in Hong Kong. *Environmental Pollution* 180, 2013, 101-110.
- Chonghua Yin, Yinpeng Li, Wei Ye, Janet F. Bornman and Xiaodong Yan “Statistical downscaling of regional daily precipitation over southeast Australia based on self-organizing maps” *Theor Appl Climatol* 2010, DOI 10.1007/s00704-010-0371-y
- Fernando A. Wichmann, Andrea Müller, Luciano E. Busi, Natalia Cianni, Laura Massolo, Uwe Schlink, Andres Port and Peter David Sly . 2009 . Increased asthma and respiratory symptoms in children exposed to petrochemical pollution. Journal of Allergy and Clinical Immunology, Volume 123 Issue 3, 632-638.
- Jinsart, W., Kaewmanee, C. , Inoue, M., Hara, K. S Hasegawa, S., Karita, K., Tamura, K. and Yano, E. 2012, Driver exposure to particulate matter in Bangkok, *JAWMA*, 62:1, 64-71
- Jinsart W, Sripraparkorn, C, Siems, ST. Hurley, P.J. and S. Thepanondh, 2010 Application of The Air Pollution Model (TAPM) to the urban airshed of Bangkok, Thailand, *Int. J. Environment and Pollution*, 42, 68-84

- Jonathan A. Patz, Diarmid Campbell-Lendrum, Tracey Holloway and Jonathan A. Foley “Impact of regional climate change on human health” *Nature* Vol 438|17, 310-31, 2005
- Langkulsen, U., Jinsart, W., Karita, K., and Yano, E., 2006, Respiratory symptoms and lung function in Bangkok school children. *The European Journal of Public Health*. 16(6):676-681.
- Meng Wang, Yinpeng Li, Wei Ye, Janet F. Bornman and Xiaodong Yan “Effects of climate change on maize production, and potential adaptation measures: a case study in Jilin Province”, China, *Clim Res*. Vol. 46: 223–242, 2011
- Nuntavarn Vichit-vadakan, Nitaya Vajanapoom and Bart Ostro. (2008). The Public Health and Air Pollution in Asia (PAPA) Project: Estimating the Mortality Effects of Particulate Matter in Bangkok, Thailand. *Environmental Health Perspectives*. 116:1179-1182.
- Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHa). (2003). Air Toxics Hot Spots Program Risk Assessment. Guidelines The Air Toxics Hot Spots Program Guidance Manual for Preparation of Health Risk Assessments. [Online]. Available from: http://oehha.ca.gov/air/hot_spots/pdf/HRAguidefinal.pdf. [2013, February 7]
- Pengchai, P.;Chantara, S.;Sopajaree, K.;Wangkarn, S.;Tengcharoenkul, U.; andRayanakorn, M. (2009) Seasonal variation, risk assessment and source estimation of PM₁₀ and PM₁₀-bound PAHs in the ambient air of Chiang Mai and Lamphun, Thailand. *Journal of Environmental Monitoring*, 154(1-4): 197 - 218.
- Pimpisut D, Jinsart W and Hooper M. (2005). Modeling of the BTEX Species based on an Emission Inventory of Sources at the Map Ta Phut Industrial Estate in Thailand. *Science Asia*, Vol.31 No.2: 103-112
- Pan, B. and Li, B. (2010). Air pollution and children’s respiratory symptoms in six cities of Northern China. *Respiratory Medicine*. 104: 1903-1911.
- Riediker, M., Williams, R, Devlin R., Griggs T and Bromberg, P. Exposure to particulate matter, volatile organic compounds, and other air pollutants inside patrol cars. *Environmental science & technology*37(10), 2003, 2084-2093.
- Rumchev,K., Spickett,J., Bulsara,M., Phillips,M., Stick,S. (2004). Association of domestic exposure to volatile organic compounds with asthma in young children. *Thorax*. 59: 746-751.

- Tamura K, Jinsart W, Yano E, Karita K, Buadong D. (2003). Particulate Air Pollution and Chronic Respiratory Symptoms among Traffic Policemen in Bangkok. Archives of Environmental Health: An International Journal. Vol. 58: No4. 201-207.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2013a). Air & Radiation, Six Common Pollutants, Carbon MonoxideHealth, Health. [Online]. Available from:
<http://www.epa.gov/airquality/carbonmonoxide/health.html>[2013, February 3]
- U.S. Environmental Protection Agency. (2013b). Air & Radiation, Six Common Pollutants, Ground Level Ozone, Health Effects. [Online]. Available from:
<http://www.epa.gov/air/ozonepollution/health.html> [2013, February 3]
- U.S. Environmental Protection Agency. (2013) Regional Screening Level (RSL) Resident Air Supporting Table. Regional Screening Levels (Formerly PRGs). [Online]. Available from:
http://www.epa.gov/reg3hwmd/risk/human/rb-concentration_table/Generic_Tables/docs/resair_sl_table_run_NOV2013.pdf [2013, February 8]
- Viswanathan, S.;Eria, L.;Diunugala, N.; Johnson, J.; and Mc Clean, C. (2006). An Analysis of Effects of San Diego Wildfire on Ambient Air Quality. Journal of the Air and Waste Management Association, 56: 56-67.
- Wilson, D., Takahashi, K., Pan, G., Chan,C.C., Zhang,S., Feng, Y., Hoshuyama, T., Chuang, K.J., Lin, R.T. and Hwang, J.S. (2008). Respiratory symptoms among residents of a heavy-industry province in China: Prevalence and risk factors. Respiratory Medicine. 102: 1536-1544.
- World Health Organization (WHO). (2003). WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, WHO Air quality guidelines. [Online]. Available from:
http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf. [2013, February 7]
- Yinpeng Li , Wei Ye, Meng Wang, Xiaodong Yan, “Climate change and drought: a risk assessment of crop-yield impacts” Clim Res. Vol. 39: 31–46, 2009
- Yinpeng Li and Wei Ye, “Applicability of ensemble pattern scaling method on precipitation intensity indices at regional scale” Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss., 8, 5227–5261, 2011