การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อจัดทำแผนที่ความเสี่ยงสุขภาพ กรณีการเฝ้าระวังสารเบนซีน จังหวัดระยอง

โดย

วัลภา ศรีสุภาพ
สุเพชร จิรขจรกุล
หรรษา รักษาคม
สุดา พะเนียงทอง

สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จังหวัดชลบุรี
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดระยอง

มีนาคม 2553

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อจัดทำแผนที่ความเสี่ยงสุขภาพ กรณีการเฝ้าระวังสารเบนซีน จังหวัดระยอง

โดย

วัลภา ศรีสุภาพ
สุเพชร จิรขจรกุล
หรรษา รักษาคม
สุดา พะเนียงทอง

สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จังหวัดชลบุรี
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดระยอง

มีนาคม 2553

ชื่อเรื่อง การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดทำแผนที่ความเสี่ยงสุขภาพ กรณีการเฝ้าระวังสารเบนซีน จังหวัดระยอง

ชื่อผู้วิจัย

วัลภา ศรีสุภาพ	สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จ.ชลบุรี
สุเพชร จิรขจรกุล	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
หรรษา รักษาคม	สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จ.ชลบุรี
สุดา พะเนียงทอง	สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดระยอง

บทคัดย่อ

ปัญหาสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายในพื้นที่อุตสาหกรรม จ.ระยองที่มีมากกว่า 40 ชนิด ส่งผลกระทบต่อประชาชนในพื้นที่บางตัวทำให้เกิดมะเร็งได้ เช่น benzene , 1,3- Butadiene และ Vinyl Chloride เป็นต้น การนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงพื้นที่มีส่วนช่วยให้เกิดการเข้าใจปัญหาได้ง่าย และประกอบการตัดสินใจการวางแผนเชิงพื้นที่ การศึกษานี้เป็น Descriptive Study มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการจัดทำแผนที่ความเสี่ยงสุขภาพ กรณีการเฝ้าระวังสารเบนซีน ในพื้นที่จังหวัดระยอง เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากโรงพยาบาลที่เข้าร่วมโครงการเฝ้าระวังสาร VOCs จ.ระยอง ปี 2552 จำนวน 2 แห่ง คือ โรงพยาบาลมาบตาพุด และโรงพยาบาลบ้านฉาง จำนวน 402 ราย เก็บข้อมูลพิกัดภูมิศาสตร์บ้านที่อยู่อาศัยของประชากรตัวอย่าง และข้อมูลปล่องของแต่ละโรงงานในพื้นที่มาบตาพุด ใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์วิเคราะห์ระยะห่าง(ระยะขจัด) จากปล่องของโรงงานอุตสาหกรรมไปยังบ้านของประชาชนที่ใกล้ที่สุด สร้างความสัมพันธ์ให้ข้อมูลเชิงบรรยายกับฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่าระยะทางจากบ้านของประชากรศึกษา ถึงแหล่งมลพิษ มีระยะทางเฉลี่ย 1802.76 ±1278.00 เมตร ระยะทางใกล้สุด 143.02 เมตร ระยะทางไกลสุด 7903.08 เมตร ประชากรศึกษามีระดับเสี่ยงต่ำ ร้อยละ 84.6 ระดับความเสี่ยงปานกลางร้อยละ 14.9 ระดับความเสี่ยงสูงร้อยละ 0.5 โดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถนำมาใช้ในการทำแผนที่ความเสี่ยงเพื่อการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพ โดยสามารถกำหนดเงื่อนไขในการแสดงข้อมูลได้ แต่ทั้งนี้ผู้ใช้โปรแกรมต้องเป็นผู้มีความรู้หรือมีประสบการณ์ในการใช้งานโปรแกรมได้ดีระดับหนึ่ง

คำสำคัญ : ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แผนที่ความเสี่ยงสุขภาพ สารเบนซีน จังหวัดระยอง

กิตติกรรมประกาศ

การประยุกต์ใช้สารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดทำแผนที่ความเสี่ยงสุขภาพ กรณีการเฝ้าระวังสารเบนซีน จังหวัดระยอง สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีนี้ ขอขอบพระคุณนายแพทย์สมัย กังสวร ผู้อำนวยการป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จ.ชลบุรี ที่ให้โอกาสในการศึกษานี้ นายแพทย์อุดมศักดิ์ อิ่มสว่าง นายแพทย์วิชัย จุลวนิชย์พงษ์ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จังหวัดชลบุรี ที่ให้คำปรึกษาและข้อแนะนำในเชิงวิชาการ ขอขอบคุณนายแพทย์สาธารณสุขจังหวัดระยอง ผู้อำนวยการโรงพยาบาลมาบตาพุด ผู้อำนวยการโรงพยาบาลบ้านฉาง คุณชวัลนุช อุส่าห์ดี คุณมริสสา กองสมบัติสุข ที่ให้ความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล และขอขอบคุณคณะอาจารย์จากภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ที่ช่วยในการฝึกอบรมความรู้ในเรื่องระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ขอขอบคุณนายแพทย์สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดปราจีนบุรี คุณแดนสรวง วรรณวงษ์สอน และคุณไพฑูรย์ นาคหิรัญที่ให้ความอนุเคราะห์ยืมเครื่องมือในการวัดพิกัดภูมิศาสตร์และเป็นวิทยากรฝึกปฏิบัติในการเก็บพิกัดภูมิศาสตร์ ท้ายสุดนี้ ขอขอบคุณประชาชนในพื้นที่มาบตาพุดและบ้านฉางที่ได้สละเวลาให้สัมภาษณ์และเข้ารับการตรวจทุกคน รวมทั้งบุคลากรอื่นที่ช่วยให้การศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

คณะผู้วิจัย

มีนาคม 2553

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ..... ก
กิตติกรรมประกาศ..... ข
สารบัญ ..... ค
สารบัญตาราง..... จ
สารบัญแผนภาพ..... ฉ
บทที่ 1 บทนำ..... 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
วัตถุประสงค์.....2
ขอบเขตการศึกษา..... 2
กรอบแนวคิด..... 3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3
คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา..... 4
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง..... 5
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารอินทรีย์ระเหย..... 5
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารเบนซีน.....11
การเฝ้าระวังทางสุขภาพที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม.....18
ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....22
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....25
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ.....27
รูปแบบการศึกษา.....27
กลุ่มประชากรศึกษา.....27
ระยะเวลาดำเนินการ..... 27
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา..... 27
การเก็บรวบรวมและการจัดการข้อมูล.....28
การวิเคราะห์ข้อมูล..... 29

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการศึกษา.....32
สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา.....33
เทศบาลเมืองมาบตาพุด.....33
เทศบาลเมืองบ้านฉาง.....40
สภาพปัญหาในพื้นที่.....42
ข้อมูลทั่วไปของประชากร.....47
ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับสาร t,t-muconnic acid ในปัสสาวะ.51
การกำหนดระดับเสี่ยงเพื่อการเฝ้าระวังการได้รับสัมผัสสาร VOCs.....53
การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการเฝ้าระวังสารอินทรีย์ระเหย.....54
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและ ข้อเสนอแนะ.....57
สรุปผลการศึกษา.....57
การอภิปรายผล.....58
ข้อเสนอแนะ.....59
รายการอ้างอิง.....60

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ตัวอย่างสาร VOCs บางชนิด ผลกระทบต่อระบบเนื้อเยื่อและเป็นอันตรายต่อสุขภาพ	9
2.2	แสดงผลของการสัมผัสเบนซีนปริมาณน้อยในระดับต่าง ๆ	13
4.1	แสดงจำนวนโรงงานและแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่มาบตาพุด	34
4.1	จำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปของประชากร	47
4.2	ข้อมูลระยะทางจากบ้านถึงแหล่งมลพิษของประชากรศึกษา	49
4.3	ระดับสาร t,t-muconnic acid ในปัสสาวะจำแนกตามพื้นที่	50
4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษากับระดับสาร t,t-muconnic acid ในปัสสาวะ	51
4.5	จำนวนและร้อยละของระดับเสี่ยงของการได้รับสัมผัสสาร VOCs	53

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่		หน้า
2.1	เมแทโบลิซึมของเบนซีน	12
4.1	แสดงปล่องโรงงานที่ปล่อยมลพิษทางอากาศในพื้นที่มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง	37
4.2	แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสารเบนซีน(ค่าเฉลี่ยรายปี) บริเวณพื้นที่มาบตาพุด	42
4.3	แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสาร1,3- Butadiene (ค่าเฉลี่ยรายปี) บริเวณพื้นที่มาบตาพุด	43
4.4	แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสาร1,2-Dichloroethane (ค่าเฉลี่ยรายปี) บริเวณพื้นที่มาบตาพุด	43
4.5	แสดงระยะห่างจากบ้านประชากรศึกษาถึงแหล่งมลพิษ จำแนกตามระยะทาง	49
4.6	แผนที่ตำแหน่งบ้านประชากรศึกษาที่อยู่รอบนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง	54
4.7	แผนที่เส้นระยะห่างจากบ้านประชากรศึกษาถึงแหล่งมลพิษ จำแนกตามระยะทาง	54
4.8	แผนที่แสดงการได้รับสาร VOCs ในระดับเสี่ยงต่ำ	55
4.9	แผนที่แสดงการได้รับสาร VOCs ในระดับเสี่ยงปานกลาง	55
4.10	แผนที่แสดงการได้รับสาร VOCs ในระดับเสี่ยงสูง	56
4.11	แผนที่แสดงการได้รับสาร VOCs ในระดับเสี่ยงต่างๆ	56

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ผลจากการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้พื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกเป็นศูนย์รวมความเจริญทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมหลักที่สำคัญของประเทศและภูมิภาค โดยเฉพาะนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จ.ระยอง ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีของสังคมไทย ทั้งในแง่ความใหญ่โตทันสมัยแห่งหนึ่งในประเทศไทย และในแง่ของมลพิษที่ส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อชุมชนที่อยู่รอบข้าง โดยเฉพาะสารประกอบอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compounds, VOCs) ที่มีอยู่ในพื้นที่เป็นจำนวนมากกว่า 40 ชนิด บางตัวทำให้เกิดมะเร็งได้ เช่น benzene , 1,3- Butadiene และ Vinyl Chloride เป็นต้น[1] จากการศึกษาวิจัยพบว่าสารประกอบอินทรีย์ระเหยเหล่านี้ จะส่งผลกระทบต่อระบบต่างๆ ของร่างกาย ได้แก่ ระบบประสาท ระบบเลือด การทำงานของตับและไต เป็นต้น ซึ่งผลกระทบจะมากหรือน้อยขึ้นกับชนิดของสาร ปริมาณที่ได้รับสัมผัส และระยะเวลาในการสัมผัสสารต่างๆ เหล่านี้ [2-3] มีการศึกษาพบว่า ผู้ที่ได้รับสารประกอบอินทรีย์ระเหยจากสิ่งแวดล้อม จะมีอาการระคายเคืองจมูก และคอ ไม่สบายตัว ปวดศีรษะ มีอาการแพ้ที่ผิวหนัง คลื่นไส้ อ่อนเพลีย เวียนศีรษะ เป็นต้น[4] ถึงแม้ว่าปัจจุบันคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ โดยการนำเสนอของกรมควบคุมมลพิษ ให้มีการกำหนดมาตรฐานค่าสารประกอบอินทรีย์ระเหยในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 1 ปี จำนวน 9 ชนิด และมีมาตรการต่างๆ ในการควบคุม จัดการการปล่อยมลพิษของโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เพื่อไม่ให้เกินมาตรฐาน ซึ่งเป็นการเฝ้าระวังสิ่งคุกคามในสิ่งแวดล้อม[5] ในขณะเดียวกัน การเฝ้าระวังทางสุขภาพที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมก็นับว่ามีความสำคัญมากเช่นกัน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เกี่ยวข้องทราบถึงมลพิษในสิ่งแวดล้อมที่ก่อให้เกิดการเจ็บป่วย การตาย หรือปัญหาสาธารณสุขอื่นๆ ในชุมชน เพื่อนำไปสู่การหามาตรการในการควบคุม หรือป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนต่อไป

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเกิดขึ้นมากมาย ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ Geographic Information Systems (GIS) เป็นระบบเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการรวบรวม จัดการ เก็บบันทึกข้อมูลเชิงพื้นที่เชื่อมโยงและผสมผสานข้อมูลทั้งเชิงพื้นที่และเชิงบรรยายที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล สามารถนำมาดัดแปลง แก้ไข วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูล เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ ให้เป็นที่เข้าใจง่าย[6]

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อจัดทำแผนที่ความเสี่ยงสุขภาพของประชาชน กรณีการเฝ้าระวังสารเบนซีน จังหวัดระยอง เพื่อประกอบการตัดสินใจในการวางแผนการเฝ้าระวังเชิงพื้นที่ร่วมกับการดำเนินงานทางด้านสาธารณสุขอื่นๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์

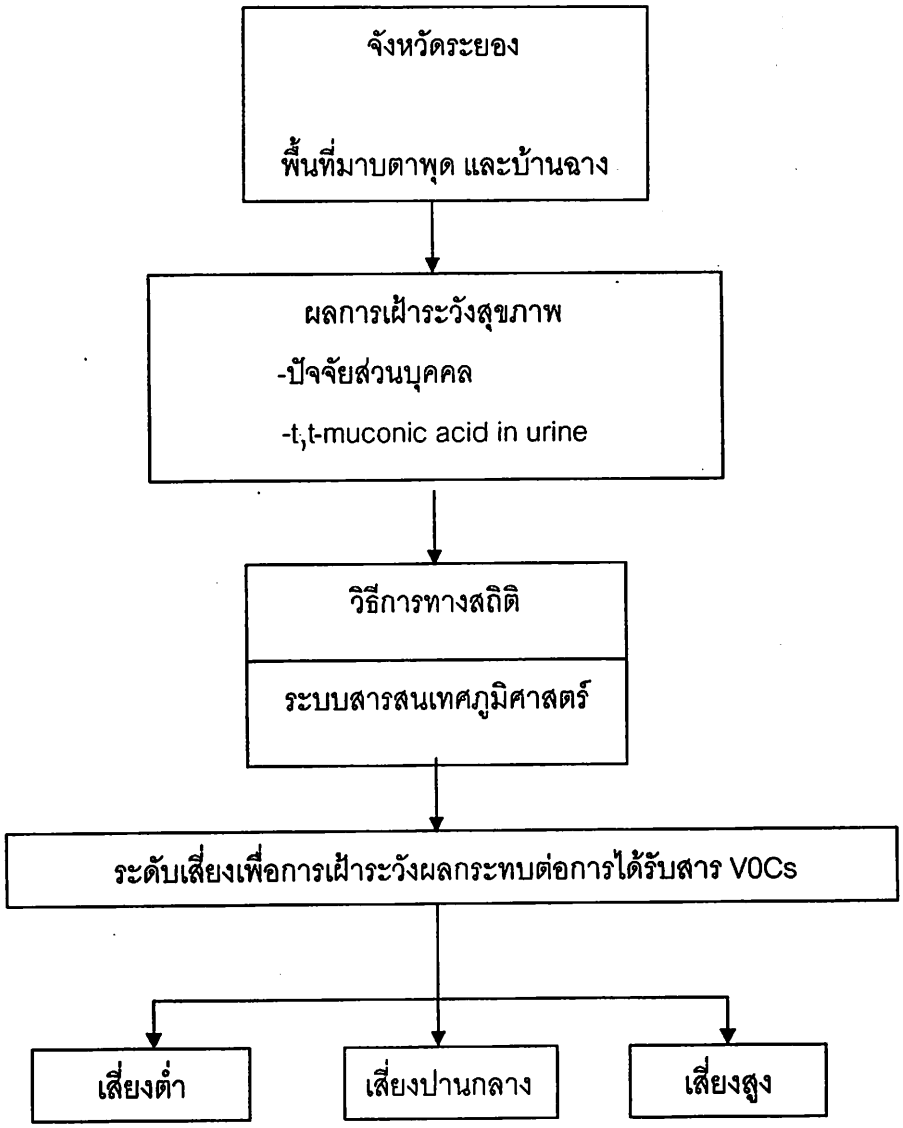
เพื่อประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดทำแผนที่ความเสี่ยงสุขภาพของประชาชน กรณีการเฝ้าระวังสารเบนซีน จังหวัดระยอง

ขอบเขตการศึกษา

1. พื้นที่ การศึกษานี้มุ่งศึกษาเฉพาะการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดทำแผนที่ความเสี่ยงด้านสุขภาพ กรณีการเฝ้าระวังสารเบนซีน จังหวัดระยองใน 2 พื้นที่ คือ พื้นที่ ต.มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง และพื้นที่ ต.บ้านฉาง อ.เมือง จ.ระยองเท่านั้น

2. ประชากร การศึกษานี้ใช้ข้อมูลพื้นฐานของประชาชนที่เข้าร่วมในโครงการเฝ้าระวังสาร VOCs จ.ระยอง ปี 2552 ของโรงพยาบาลมาบตาพุด และโรงพยาบาลบ้านฉาง ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ ที่อยู่อาศัย โรคประจำตัว ประวัติการสูบบุหรี่ การดื่มแอลกอฮอล์ ผล t,t-muconic acidในปัสสาวะ

กรอบแนวคิด



ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผน ให้การสนับสนุน พัฒนาระบบการเฝ้าระวังสุขภาพประชาชนของโรงพยาบาลในพื้นที่ และเป็นข้อมูลในการดำเนินการในพื้นที่อื่นๆ ต่อไป

คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา

1. พื้นที่ประกาศเป็นเขตควบคุมมลพิษ หมายถึง พื้นที่ประกาศเป็นเขตควบคุมมลพิษตามประกาศในราชกิจจานุเบกษา กำหนดให้ท้องที่ตำบลมาบตาพุด ตำบลห้วยโป่ง ตำบลเนินพระ และตำบลทับมา อำเภอเมืองระยอง จังหวัดระยอง ทั้งตำบล ตำบลมาบข่า อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง ทั้งตำบล และตำบลบ้านฉาง อำเภอบ้านฉาง จังหวัดระยอง ทั้งตำบล รวมทั้งพื้นที่ทะเลภายในแนวเขต เป็นเขตควบคุมมลพิษ ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 32 (พ.ศ. 2552) [7]

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการเฝ้าระวังสาร VOCs ของประชาชนในพื้นที่ จ.ระยอง โดยนำเสนอแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษาดังต่อไปนี้

1.ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารอินทรีย์ระเหย

2.ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารเบนซีน

3.การเฝ้าระวังทางสุขภาพที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม

4. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารอินทรีย์ระเหย [8]

สารอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Chemicals, VOCs) คือ กลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยเป็นไอกระจายตัวไปในอากาศ ได้ในที่อุณหภูมิและความดันปกติ โมเลกุลส่วนใหญ่ประกอบด้วยอะตอมคาร์บอนและไฮโดรเจน อาจมีออกซิเจนหรือ คลอรีนร่วมด้วย สามารถระเหยเป็นไอได้ที่อุณหภูมิห้อง ในชีวิตประจำวันเราได้รับ VOCs จากผลิตภัณฑ์หลายอย่าง เช่น สีทาบ้าน ควันบุหรี่ น้ำยาฟอกสี สารตัวทำละลายในพิมพ์ จากอู่พ่นสีรถยนต์ โรงงานอุตสาหกรรม น้ำยาซักแห้ง น้ำยาสำหรับย้อมผมและน้ำยาดัดผม สารฆ่าแมลง สารที่เกิดจากเผาไหม้ และปะปนในอากาศ น้ำดื่ม เครื่องดื่ม อาหาร สารอินทรีย์ ไอระเหยที่สะสมไว้มากนาน ๆ จะมีผลกระทบทางชีวภาพและเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

สารอินทรีย์ระเหย สามารถแบ่งออกตามลักษณะของโมเลกุล เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. Non-chlorinated VOCs หรือ Non-halogenated hydrocarbons ได้แก่ กลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่ไม่มีธาตุคลอรีนในโมเลกุล ประกอบด้วย aliphatic hydrocarbons (เช่น fuel oils, gasoline ,hexane ,idustrial solvents, alcohols, aldehydes, ketone) และกลุ่มสาร aromatic hydrocarbons (เช่นสารตัวทำละลาย - toluene, benzene, ethylbenzene, xylenes, styrene, phenol) สาร VOCs กลุ่มนี้มาจากสิ่งแวดล้อม การเผาไหม้กองขยะ พลาสติก วัสดุ สารตัวทำละลาย สีทาวัสดุ เป็นต้น มีผลเสียต่อสุขภาพ ดังนี้ พนักงานดับเพลิง คนงานเผาขยะ คนเผาถ่าน มักป่วยด้วยโรคทางเดินลมหายใจบ่อยเพราะได้รับ VOCs ประมาณ 144 ชนิด เป็นประจำจากควันไฟและเชื้อเพลิง ในรูปของ benzene, toluene, naphthalene propene, และ 1,3-butadiene, styene และ

alkyl-substituted benzene compounds อื่น ๆ xylenes, 1-butene/2-methylpropene, propane, 2-methylbutane, ethylbenzene, naphthalene, isopropylbenzene รวมกันในปริมาตรสูงถึง 76.8 %ของ VOCs ทั้งหมดที่วัดได้

2. chlorinated VOCs หรือ halogenated hydrocarbons ได้แก่ กลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่มีธาตุคลอรีนในโมเลกุล ได้แก่ สารเคมีที่สังเคราะห์ใช้ในอุตสาหกรรมสาร chlorinated VOCs นี้มีความเป็นพิษมากกว่าและเสถียรตัวในสิ่งแวดล้อมมากกว่าสารกลุ่มแรก (non-chlorinated VOCs) เพราะมีโครงสร้างที่มีพันธะระหว่างคาร์บอนและธาตุกลุ่มฮาโลเจนที่ทนทานมาก ยากต่อการสลายตัวในธรรมชาติ ทางชีวภาพ ทางกายภาพ หรือโดยทางวิธีเคมีทั่วไป มีความคงตัวสูงและสะสมได้นาน สลายตัวทางชีวภาพได้ยาก รบกวนการทำงานของสารพันธุกรรม หรือ ยับยั้งปฏิกริยาชีวเคมีในเซลล์ และมีฤทธิ์ในการก่อมะเร็ง หรือกระตุ้นการเกิดมะเร็งได้

การวิเคราะห์น้ำประปา พบว่า ในน้ำประปามักมีการปนเปื้อนของสารกลุ่ม chlorinated VOCs ได้บ่อย น้ำประปายิ่งใช้คลอรีนในการฆ่าเชื้อมากน้ำจะยิ่งมีสาร halogenated hydrocarbons มากขึ้น เช่น พบ Trihalomethanes ได้บ่อยในน้ำดื่มจากท่อประปา แต่พบน้อยมากในน้ำบ่อธรรมชาติกรองมาจากใต้ดิน

เมตะบอลิสม์ความเป็นพิษและกลไกการเกิดพิษ

สาร VOCs เข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทางคือ 1 การหายใจ ได้รับทางปอด 2 การกิน-ดื่มทางปาก และ 3 การสัมผัสทางผิวหนัง หลังจากการเข้าสู่ร่างกายแล้วจะผ่านเข้าสู่ตับ ซึ่งจะมีเอนไซม์และวิถีทางเมตะบอลิสม์ (metabolism) หลากหลายที่แตกต่างกัน จะทราบกลไกการเกิดพิษของสาร VOCs ต้องอาศัยความรู้ด้านเภสัชวิทยาและพิษจุลศาสตร์ เช่น สารพิษถูกเปลี่ยนแปลงทางเมตะบอลิสม์ในตับ ในระยะแรก โดยอาศัยเอนไซม์ในระบบ P450 และในระยะหลังรวมตัวกับสาร glutathione ชนิดเอนไซม์ P450 ที่ใช้จะแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของ VOCs เช่น เอนไซม์ชนิด CTP2E1 มีบทบาทมากต่อเมตะบอลิสม์ของ trichloroethylene ซึ่งจะกลายเป็น chloral hydrate และต่อมาถูกเอนไซม์ชนิด CYP2B เร่งปฏิกิริยาเปลี่ยนเป็น trichloroethanol ซึ่งในที่สุดจะถูกขับทิ้งทางปัสสาวะในรูปของ trichloroacetic acid; เซลล์ตับจะทำให้ toluene กลายเป็น benzyl alcohol และ benzoic zcid ละลายในน้ำได้ง่าย แล้วถูกขับออกทางปัสสาวะ

ปัจจัยที่ทำให้สาร VOCs เกิดอันตรายมีความรุนแรงและอาการป่วยมากหรือน้อยมีดังนี้

1. ช่วงชีวิตครึ่งของสาร VOCs ในเลือดการตรวจวัดสารระเหย VOCs ในเลือดสามารถบอกประวัติการได้รับ หรือ การสัมผัส VOCs ในประชากรได้

2. ขึ้นอยู่กับสภาวะภายในร่างกาย และปฏิกิริยาชีวเคมีทางเมตะบอลิสม์ในตับและเนื้อเยื่อแปรสภาพให้เป็นพิษมากขึ้นหรือน้อยลงได้ และขึ้นอยู่กับปริมาณอัลกอฮอล์หรือสารเคมีอื่นในกระแสเลือดและเนื้อเยื่อด้วย ตัวอย่างเช่น การดื่มเหล้าหรือเครื่องดื่มที่มีอัลกอฮอล์จะเพิ่มการดูดซึมและเพิ่มระดับของ 2-butanone และ acetone ในเลือดของนักดื่มเหล้าทั้งหลาย

3 การขับสารพิษทิ้ง สาร VOCs ถูกขับโดยตรงผ่านไตออกมาทางปัสสาวะ ทางลมหายใจ และโดยทางอ้อมผ่านตับ และน้ำดี ถ้าสารนั้นถูกขับออกทิ้งได้ง่าย ความเป็นพิษจะน้อยลงกว่าสารเคมีที่ถูกขับออกทิ้งได้ยาก ตัวอย่าง ผลกระทบของสารอินทรีย์ ไอระเหยต่อระบบต่าง ๆ มีดังนี้

ผลกระทบต่อภูมิคุ้มกัน

สารอินทรีย์ไอระเหยหลายชนิดทำให้ระบบภูมิคุ้มกันถูกรบกวนหรือทำลาย ศักยภาพทางการป้องกันโรคการติดเชื้อจะลดและพร่องลงจากเดิม เช่น ในการศึกษาในประชากร 302 คน (อายุ 40-59 ปี) ที่ Aberdeen, North Carolina และบริเวณใกล้เคียงโดยการ ตรวจเลือด ตรวจผิวหนังและสัมภาษณ์ พบว่ามีสาร Dichlo (DCE) ในเลือด ในคนที่อยู่ใกล้ที่ทิ้งขยะสารเคมีพิษ (pesticide dump sites) ในระดับเฉลี่ย 4.05 ppb เทียบกับระดับเฉลี่ย 2.95 ppb (p=0.01) กลุ่มควบคุมคนที่อยู่ใกล้มากกว่ายิ่งมีระดับ DCE สูงกว่า ยิ่งอยู่ในบริเวณนาน ๆ ยิ่งได้รับมากขึ้น แตกต่างกับอย่างชัดเจน นอกจากนี้เม็ดเลือดขาวของประชากรดังกล่าวจะมีคุณสมบัติทางภูมิคุ้มกัน (mitoger-induced lymphoproliferativity) ต่ำกว่าเม็ดเลือดขาวในกลุ่มควบคุมอย่างเห็นได้ชัด

ผลกระทบต่อระบบประสาท

การได้รับสารอินทรีย์ไอระเหยจะทำให้เกิดอาการทางการกดประสาทหลายอย่าง เช่น การง่วงนอน วิงเวียนปวดศีรษะ ซึมเศร้า หรือหมดสติได้ ในการทดลองกับหนูพุกขาว และหนูถีบจักรพบว่าการได้รับ 1,1,1-trichloroethane(TRI) 5000 ppm ทางลมหายใจนาน 40 นาที ทำให้การส่งกระแสประสาทผิดปรกติได้ หนูมีการเรียนรู้สิ่งเร้าในสิ่งแวดล้อม ลดลง กลไกคือ TRI ทำให้สาร cyclic GMP ซึ่งเป็นสารทำหน้าที่เป็นตัวกลางให้เซลล์ประสาททำงาน นั้นมีระดับลดลงและ medulla oblongata คือลดลงจากกลุ่มควบคุม ถึง 55-58 % และระดับ cyclic GMP จะลดมากเมื่อได้รับสารระเหยนานมากขึ้นเป็น 100 นาที

ในกลุ่มช่างทำรองเท้า ซึ่งได้รับ VOCs จากการหายใจสารตัวทำละลายสีหรือน้ำยาทำรองเท้า dichloromethane, n-hexane), plastic compounds (isocyanates และ polyvinyl chloride) เป็นประจำ มักจะมีอาการทางประสาทคือ ปวดศีรษะ (65%), จิตใจกังวล(53%), รู้สึกคันที่ขาและเท้า (46%), เจ็บตา(43%), หายใจลำบากและมีอาการรวมหลายอย่าง (1.1-3.5 %) ในคนตั้งครรภ์ มีการศึกษาในหญิงตั้งครรภ์จำนวน 14,000 คนใน Bristol, U.K. ที่ใช้สเปรย์ปรับอากาศ (aerosols) เป็นประจำ ในเลือดมีสารพวก VOCs (Xylene, ketones และ aldehydes) ค่อนข้างสูง และประชากรเหล่านี้จะมีอาการหลายอย่าง เช่น 25% ปวดศีรษะ, 19% มีอาการซึมเศร้าหลังคลอด, เด็กที่คลอดออกมาแล้วมักมีอาการท้องเสียบ่อยกว่าเด็กกลุ่มอื่น 22 %

ผลกระทบเสียหายต่อสุขภาพด้านอื่น ๆ

สารอินทรีย์ไอระเหย อาจมีผลกระทบต่อสุขภาพระบบอื่น ๆ ได้แก่ ระบบพันธุกรรม ระบบฮอร์โมน ระบบสืบพันธุ์ และระบบประสาท อาจทำให้เกิดโรคมะเร็งบางชนิดได้ และโรคทางระบบสืบพันธุ์ เช่น เป็นหมัน ความพิการของเด็กมีการกลายเพศ เป็นต้น

ตัวอย่าง สาร VOCs ที่เป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogen) และสารส่งเสริมการเกิดเนื้องอก (tumor promoter) และชนิดของมะเร็งที่พบ (ในวงเล็บ)

Benzene (Acute myeloblastic leukemia), Carbon Tetrachloride (hepatoma), Dichloropropane, Ethylbenzene, Dichloroethane, Pentachloropheno, Toluene, Trichloroethylene, Dichloromethane, Vinyl Chloride, Hexachlorobenzene, Dibromochloropropane, Ethylene Dibromide, Trihalomethanes, Trihalomethnes, Trichloroacetylene (lung cancer), Haloacetic Acid

สาร VOCs หลายชนิดอันตรายโดยการทำลายโครโมโซมเซลล์ ของระบบอวัยวะต่าง ๆ เช่น เม็ดเลือดแดง ตับ ไต ประสาท ดังแสดงในตารางที่ 2.1 เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างสาร VOCs บางชนิด ผลกระทบต่อระบบเนื้อเยื่อ และเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

สาร VOCs	เนื้อเยื่อที่ถูกทำลายโดย VOCs	ผลร้ายต่อสุขภาพ
Benzene	Hemopoietic system, red blood cell, nerve	ทำลายไขกระดูก เม็ดเลือดแดงแตก โรคโลหิตจาง และอาการหรือโรคทางประสาทส่วนกลาง
Carbon tetrachloride(CCl4)	Liver, CNS	ตับเสื่อม ตับแข็ง
Chloroform(trichloromethane, CHCl3)	Liver, Kidney, heart muscle, eyes, skin	ตับเสื่อม ตับแข็ง ไตเสื่อม หัวใจเต้นผิดปกติ การแสบระคายเคืองของตาและผิวหนัง
Dichlorobenzene (methylene chloride, DCM)	Liver, kidney, blood, skin, eyes, upper respiratory tract	ฤทธิ์แสบ-ระคายเคือง ปอดบวม โรคตับ กดประสาทส่วนกลาง อาจหมดสติและตายได้
Ethyl alcohol (methylene)	Liver, CNS nerve, placenta	ตับเสื่อม ตับแข็ง เร่งการเกิดมะเร็งตับ มีอาการกดประสาท ทำให้ทารกคลอดพิการ
Ethyl benzene (ethylbenzol) n-Hexane	Eyes, CNS nerve, nasal cavity Nerve	ทำให้ระคายเคือง แสบตา แสบจมูก กดประสาทส่วนกลาง ทำให้ปวดหัว สับสนงุนงง อาจหมดสติได้
Methyl alcohol (methanol)	Liver, CNS nerve	ตับเสื่อม อาการกดประสาท ทำให้ตาบอด
Toluene (methylbenzene,toluol)	CNS nerve	อาการทางประสาทส่วนกลาง
Trichlorobenzene	Liver ,Kidney	ตับแข็ง ตับเสื่อม ไตเสื่อม

สาร VOCs	เนื้อเยื่อที่ถูกทำลายโดย VOCs	ผลร้ายต่อสุขภาพ
1,1, 1-Trichloroethane (methylchloroform)	Liver, Nerve, Kidney	อาการทางประสาทส่วนกลาง ชัก หมดสติและอาจตายได้
Xylene (dimethylbenzene)	Skin, nerve	ระคายเคือง โรคผิวหนัง และอาการเกิดจากการกดประสาทส่วนกลาง

อันตรายและโทษต่อสุขภาพของสาร VOCs จะยิ่งมีผลกระทบมากขึ้น (additive effect) ถ้าได้รับสารอินทรีย์ไอระเหยผสมกันหลายชนิดในระยะเดียวกัน อาจจะส่งเสริมความรุนแรงต่อสุขภาพมากขึ้น มากกว่าผลกระทบรวมกันที่เกิดจากสารเดี่ยว ๆ แต่ละชนิดได้

การป้องกันและการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากสารอินทรีย์ระเหย

การควบคุมสารเคมีอินทรีย์ระเหยได้ที่ดีที่สุด คือ การป้องกันมิให้มีการใช้สารที่อันตรายสูงต่อสุขภาพโดยไม่จำเป็น หรือหากจำเป็นใช้ ก็ต้องมีวิธีการลดอันตราย ความเสี่ยง และความเป็นพิษให้เหลือน้อยที่สุด โดยมิให้สารเคมี มีการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ในน้ำ อากาศ ดิน อาหาร และเครื่องดื่ม เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค มีสาร VOCs 8 ชนิดที่องค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อม (EPA) สหรัฐอเมริกาได้ออกกฎหมายควบคุมมิให้มีหรือมีระดับเกินค่า maximun contaminant level (MCL) ในน้ำดื่มของแต่ละชนิด

การทำลาย VOCs ทางเคมี ได้มีการนำสาร oxidizers หลายชนิด เช่น ก๊าซโอโซน ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และโปตัสเซี่ยมเปอร์มังกาเนต มาใช้เพื่อทำลายสาร VOCs โดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้ VOCs หลายกลุ่ม สลายตัว และหมดสภาพความเป็นพิษได้

การทำงานทางชีวภาพ มีการวิจัย co-metabolism method ที่จะใช้จุลชีพหลายชนิดรวมกันที่สามารถทำปฏิกิริยาทางชีวเคมีกับสารอินทรีย์ไอระเหยได้ โดยอาศัยเอนไซม์ของแบคทีเรียทั้งชนิด anaerobic และ aerobic จะทำให้เกิด oxidation, reduction, dehalogenation ฯลฯ และสาร VOCs (TCE, PCE, DCM, benzene, toluene) จะถูกทำลายและหมดความเป็นพิษได้

ในทางการแพทย์ได้มีการรักษาผู้ป่วยที่ได้รับสารอินทรีย์ไอระเหยเข้าไปในร่างกายและเกิดมีอาการป่วย ต้องใช้วิธีการล้างออก การขับออกในทุกรูปแบบ ทั้งทางกายภาพ ทางเคมีและทางชีวภาพ

ให้ทันท่วงที ก่อนที่สารเคมีนั้นจะสะสมและเกิดความเป็นพิษ วิธีการรักษานั้นกระทำได้ยากและสิ้นเปลืองการรักษา

2. **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารเบนซีน** [3], [9]

เบนซีน (benzene) มีลักษณะเป็นของเหลวใสที่อุณหภูมิห้อง มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ละลายน้ำได้ เล็กน้อย ระเหยง่าย ติดไฟง่าย จัดอยู่ในกลุ่มสารตัวทำละลายอินทรีย์ CAS number คือ 71-43-2 มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 78.12 g/mol

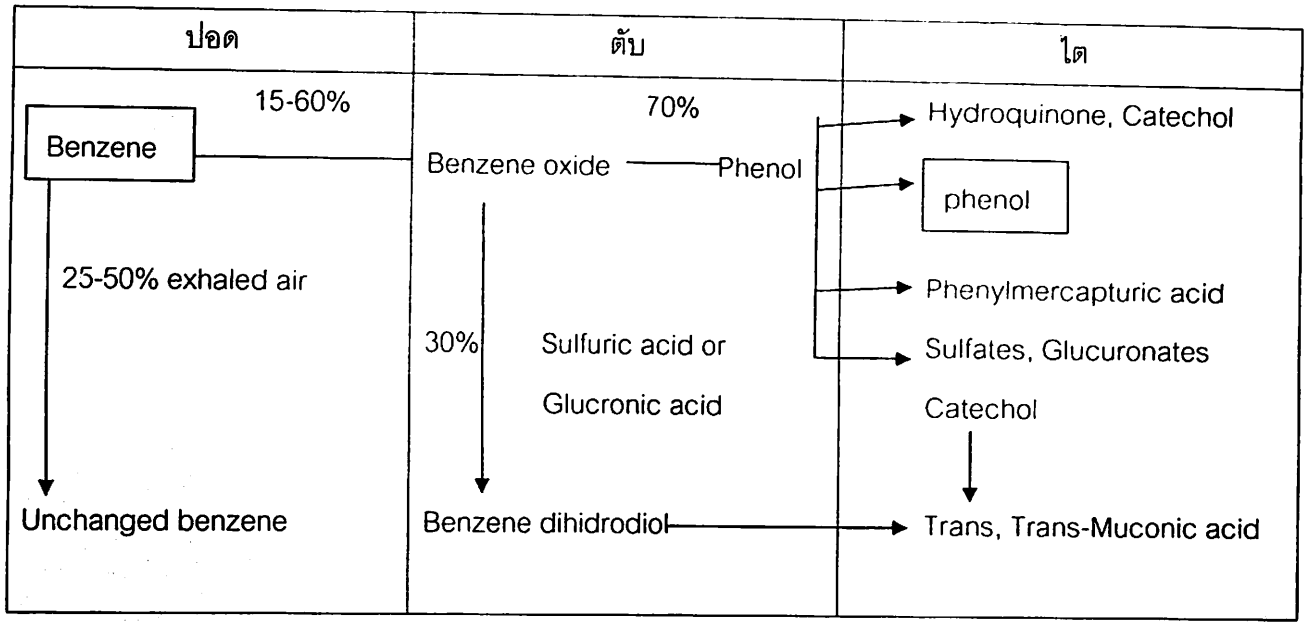
อาชีพและงานที่เสี่ยง

- อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับน้ำมัน, ก๊าซธรรมชาติ และปิโตรเคมี
- อุตสาหกรรมการผลิตพลาสติก, เส้นใยสังเคราะห์,ยางสังเคราะห์
- อุตสาหกรรมการผลิตสี หมึกพิมพ์ กาว สารกำจัดแมลง ตัวทำละลาย
- อาชีพที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมีที่มีตัวทำละลายเป็นส่วนผสม เช่น ช่างสี การผลิตรองเท้า การผลิตแผงวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ น้ำยาทำความสะอาด และในห้องปฏิบัติการทางเคมี เป็นต้น

การเข้าสู่ร่างกายและกลไกการเกิดโรค

เบนซีนเข้าสู่ร่างกายได้ทางการหายใจ การเปื้อนที่ผิวหนัง และการกิน, ทางเข้าสู่ร่างกายที่สำคัญที่สุดคือ ทางการหายใจ, รองลงมา คือ ทางผิวหนังซึ่งพบได้ในช่างซ่อมเครื่องยนต์ซึ่งสัมผัสกับน้ำมันเบนซิน (Benzine) เบนซีนเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะกระจายตัวอย่างรวดเร็วทางระบบไหลเวียนโลหิตเข้าสู่อวัยวะที่มีเลือดและไขมันมาก เช่นสมอง ตับ ไต ไขกระดูก หัวใจ และกล้ามเนื้อ ประมาณร้อยละ 25-50 ของเบนซีนที่เข้าสู่ปอดจะถูกกำจัดออกทางลมหายใจออก (exhaled air) ส่วนที่เข้าสู่ร่างกายจะถูกเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่ตับโดยเอนไซม์ cytochrome P-450 dependent monooxygenase และถูกขับออกทางไต ดังมีรายละเอียดตามแผนภาพที่ 1

แผนภาพที่ 2.1 เมแทโบลิซึมของเบนซีน



เบนซีนและเมแทโบไลต์ มีฤทธิ์กดการทำงานของไขกระดูกโดยออกฤทธิ์คล้ายโคลซิซีน (colchicines – like effect) คือยับยั้งกระบวนการแบ่งเซลล์ในขั้น mitosis ทำให้การสร้างเม็ดเลือดแดง, เม็ดเลือดขาว และเกร็ดเลือด ลดลง ก่อให้เกิดภาวะโลหิตจางแบบ aplastic anemia

Vigliani และ Forni (1976) รายงานว่าการเกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาวจากเบนซีน เกิดจากผลทาง clastogenic (antimitotic, cytotoxic) โดยเมแทโบไลต์ที่สำคัญ คือ epoxides (benzene oxide) และตัวอื่น ๆ เช่น catechols, hydroquinone และ phenols ซึ่งเพิ่มอัตราการเกิด chromosome aberrations และนำไปสู่การเกิดกลุ่มเซลล์ที่ผิดปกตินักวิทยาศาสตร์และแพทย์ส่วนหนึ่งที่มีความเห็นว่าการเกิด aplastic anemia และมะเร็งเม็ดเลือดขาวจากเบนซีนนั้น เป็นสภาวการณ์ทางคลินิกที่ใกล้เคียงกันมาก

อาการวิทยา

การได้รับพิษเฉียบพลัน

การระคายเคือง ไอระเหยของเบนซีน (>3000 ppm) ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อตา ระคายเคืองเล็กน้อยต่อเยื่อบุทางเดินหายใจ ในรูปของของเหลวระคายเคืองมากต่อผิวหนัง ทำให้เกิดการอักเสบเฉียบพลันจากการสัมผัส ในกรณีที่ได้รับโดยการกินทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อบุทางเดินอาหาร ก่อให้เกิดอาการเสียงแหบ ไอ ปวดท้อง อาเจียน

พิษต่อระบบประสาทส่วนกลาง เมื่อได้รับในปริมาณน้อย (<250 ppm) มักก่อให้เกิดอาการตื่นเต้น เคลิ้มฝัน (euphoria) ถ้าได้รับในปริมาณที่สูงขึ้น (500-3000 ppm, 10-60 นาที) มักทำให้ปวดศีรษะ มึนงง คลื่นไส้ อาเจียน ประสาทหลอน และซึม ถ้าได้รับในปริมาณมาก ๆ (>7500 ppm, 5-60

นาที) ทำให้เกิดอาการชัก หมดสติ และเสียชีวิต (20,000 ppm, 5-10 นาที) จากการหายใจล้มเหลว หรือจากหัวใจเต้นผิดจังหวะได้ นอกจากนี้อาจก่อให้เกิดอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง เช่น ปวดศีรษะ วิงเวียน กระวนกระวาย เบื่ออาหาร เป็นต้น

การได้รับพิษเรื้อรัง

พิษต่อไขกระดูก เบนซีนทำลายไขกระดูกและมีไขมันเข้าไปแทนที่ทำให้โลหิตจาง จำนวนเม็ดเลือดขาวและเกร็ดเลือดต่ำ ทำให้เกิดโลหิตจางแบบ aplastic anemia ได้ นอกจานี้มีรายงานว่าทำให้เกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาวได้ ซึ่งเบนซีนได้รับการจัดให้เป็นสารสงสัยว่าก่อมะเร็งประเภท I (suspected carcinogen class I: IARC)

พิษต่อระบบประสาท พบอาการและอาการแสดงของ neurophysiologic และ neuropsychiatric disturbance, มีความผิดปกติของเส้นประสาทสมอง corticospinal tract และ nerve root dysfunction นอกจากนี้อาจพบอาการและอาการแสดงของ transverse myelitis (Herregods et al, 1984)

พิษต่อระบบอื่น ได้แก่ พิษต่อตับ ทำให้เกิดอาการตับอักเสบ ระคายเคืองต่อผิวหนัง ทำให้ผิวหนังแห้งเป็นผื่นแดง (erythema) พุพอง (blister) และตกสะเก็ด (scaly dermatitis) ผลของการสัมผัสเบนซีนปริมาณน้อยในระยะยาว มีรายละเอียดตามตารางที่ 16.3

ตารางที่ 2.2 แสดงผลของการสัมผัสเบนซีนปริมาณน้อยในระดับต่าง ๆ

ปริมาณเบนซีนในบรรยากาศการทำงาน (ppm)	ผลระยะยาว
1.0	40 years-odd ratio of 1.7 for leukemia, double risk of dying from AML (OSHA)
4.68	Oder threshold
< 10	Cytogenic effect
25-40	Reduced hemoglobin in blood
65-125	Headache, fatigue, mider forms of pancytopenia
> 300	1 year – pancytopenia or Aplastic anemia (20% of workers)

การวินิจฉัยโรค

การวินิจฉัยโรคที่เกิดในผู้ป่วยแต่ละราย ต้องอาศัยประวัติการทำงาน ลักษณะงาน ประวัติการใช้ยา การสูบบุหรี่ การสัมผัสกับตัวทำละลายซึ่งมักมีเบนซีนปนเปื้อนอยู่ ทั้งในที่ทำงาน บ้าน และสิ่งแวดล้อมทั่วไป การตรวจร่างกายตามระบบ โดยเน้นที่ผิวหนัง ตับ อาการแสดงของโลหิตจาง อาการแสดงทางระบบประสาท หากพบความผิดปกติต้องวินิจฉัยแยกโรคจากสาเหตุอื่น ๆ เช่น โลหิตจาง ตับอักเสบจากการใช้ยา และความผิดปกติของตับหรือระบบประสาทจากพิษสุราเรื้อรัง เป็นต้น

การตรวจทางห้องปฏิบัติการ

การตรวจทางห้องปฏิบัติการและการเฝ้าคุมสิ่งแวดล้อมในการทำงาน ซึ่งช่วยในการจำแนกโรคและยืนยันการวินิจฉัยโรค ได้แก่ การตรวจระดับเบนซีนในลมหายใจออก ในเลือด และในปัสสาวะ การตรวจระดับฟีนอลและเมแทโบไลต์ตัวอื่นในปัสสาวะ และการตรวจผลกระทบต่อสุขภาพต่าง ๆ ได้แก่ การตรวจนับเม็ดเลือด การตรวจการทำงานของตับและระบบประสาท เป็นต้น

การตรวจการสัมผัสโดยตรง

การตรวจระดับเบนซีนในลมหายใจเข้าออกสัมพันธ์กับปริมาณเบนซีนที่เข้าสู่ร่างกาย และความเข้มข้นของเบนซีนในเลือด ค่าปกติสำหรับผู้ที่ไม่ได้สัมผัสควรน้อยกว่า 0.03 ppm และค่าสูงสุดที่อนุญาตให้มีได้ คือ 0.08 ppm. อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติมีความยุ่งยากในการเก็บตัวอย่าง การคงสภาพ (stability) และมาตรฐาน (standardization) รวมทั้งมีความถูกต้องและเชื่อถือได้น้อยกว่าการตรวจเบนซีน หรือเมแทโบไลต์ในเลือดหรือในปัสสาวะ ปัจจุบันจึงมักใช้เป็นการตรวจเพื่อยืนยันการสัมผัส ในกรณีอุบัติเหตุหรือการสัมผัสในปริมาณสูงอย่างเฉียบพลัน

การตรวจระดับเบนซีนในเลือดเป็นวิธีที่ดีที่สุดในปัจจุบัน มีความจำเพาะและความไวสูง มีเวลาในการขนส่งหรือเก็บเลือดที่อุณหภูมิห้องเพื่อรอตรวจได้นานถึงสองวัน ปริมาณต่ำสุดที่สามารถวัดได้ คือ 0.64 nmol/L ในผู้ทำงานที่ไม่ได้สัมผัสและไม่สูบบุหรี่มีค่าปกติน้อยกว่า 8 nmol/L และน้อยกว่า 15 nmol/L ในผู้สูบบุหรี่ที่ไม่ได้สัมผัสกับเบนซีน ข้อด้อยของวิธีนี้คือ ต้องมีการเจาะเลือดคนงาน และระยะกึ่งชีพในเลือดสั้น คือ เฉลี่ยเพียง 1-3 ชั่วโมง.

การตรวจระดับฟีนอล (phenol) ในปัสสาวะเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และมีการใช้อย่างแพร่หลายในประเทศไทย ค่าปกติสำหรับผู้ที่ไม่สัมผัสควรน้อยกว่า 10 มก./กรัมครีอะตินิน และน้อยกว่า 50 มก./กรัมครีอะตินิน (ACGIH) ในผู้ที่ทำงานสัมผัสกับเบนซีน ระดับฟีนอลในปัสสาวะสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นของเบนซีนในบรรยากาศการทำงาน จึงเหมาะสำหรับตรวจผู้ที่สัมผัสทางการหายใจ อย่างไรก็ตามระดับฟีนอลในปัสสาวะมีความจำเพาะน้อยและมีความไวไม่เพียงพอสำหรับสภาพการทำงานในปัจจุบัน ซึ่งค่ามาตรฐานของเบนซีนในสถานที่ทำงานมีค่าต่ำมากเพียง 1 ppm (TWA-OSHA). นอกจากนี้สารปรุงแต่งอาหารและยาบางชนิด เช่น salicylate, pepto bismol ®, chloraeptic® ทำให้ค่าฟีนอลในปัสสาวะสูงขึ้นและเกิดเป็นผลบวกลวงได้

การตรวจเมแทโบไลต์ตัวอื่น เช่น phenylmercapturic acid ในปัสสาวะมีความจำเพาะและความไวสูง แต่ขั้นตอนและวิธีการตรวจในปัจจุบันยังยุ่งยากสลับซับซ้อน การตรวจ trans, trans-muconic acid ซึ่งเป็น open-ring metabolite ของเบนซีน ในปัสสาวะมีความไวสูงแต่ความจำเพาะเจาะจงอยู่ในระดับพอใช้เท่านั้น

การตรวจเบนซีนในปัสสาวะเป็นวิธีที่กำลังได้รับความสนใจอย่างสูง เพราะง่ายในการเก็บตัวอย่าง และระยะกึ่งชีพค่อนข้างนานถึง 24-28 ชั่วโมง รวมทั้งมีความจำเพาะเจาะจงสูงและความไวสูง แต่ประสบการณ์ในการตรวจและข้อมูลพื้นฐานยังมีไม่เพียงพอ และยังอยู่ในขั้นตอนของการพัฒนา

การตรวจผลกระทบต่อร่างกาย

ผู้ป่วยควรได้รับการตรวจนับความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (CBC) ดูลักษณะและปริมาณของเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกร็ดเลือด และเมื่อผลการตรวจ CBC บ่งชี้ว่าอาจมีการกดระบบการสร้างเม็ดเลือด ผู้ป่วยควรได้รับการตรวจการทำงานของตับก่อนการเข้ารับทำงาน (AST, ALT, alkaline phosphatase, และ GGT) และตรวจเป็นระยะ ๆ (ALT, GGT)

การตรวจการทำงานของระบบประสาท (neurophysiological test) และตรวจการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม (neurobehavioral test) ซึ่งแม้เป็นการตรวจที่ยุ่งยากซับซ้อนและไม่จำเพาะ แต่ถ้าพบความผิดปกติมักช่วยยืนยันการวินิจฉัยโรค รวมทั้งเป็นประโยชน์ทั้งในด้านการพยากรณ์โรคและการบำบัดรักษา โดยเฉพาะผู้ที่ทำงานสัมผัสกับเบนซีนในปริมาณน้อยเป็นระยะเวลานาน ซึ่งมักพบความผิดปกติในด้านสมรรถภาพ แบบทดสอบที่นิยมใช้ คือ Digit symbols, DOTS, และ PINS เป็นต้น

การตรวจพิเศษ เช่น การตรวจคลื่นสมอง ซึ่งอาจพบลักษณะของความถี่ช้าลงกว่าธรรมดา การตรวจภาพถ่ายตัดขวางคอมพิวเตอร์สมอง ซึ่งอาจพบสมองฝ่อ แต่ผลที่ได้ดังกล่าวมักไม่จำเพาะและพยาธิ สภาพมักเป็นระยะที่กลับคืนไม่ได้ ดังนั้นจึงเป็นประโยชน์เฉพาะด้านการพยากรณ์โรคและการติดตามผลการรักษาเท่านั้น

การรักษาผู้ป่วย

ในสภาวการณ์ของอุบัติเหตุและภาวะฉุกเฉินการนำผู้ป่วยออกจากบริเวณที่เกิดเหตุ และการให้การรักษาเบื้องต้น เช่น การให้ออกซิเจน และการช่วยหายใจมีความสำคัญเป็นอันดับแรก ถ้ามีการสัมผัสทางผิวหนังต้องทำการล้างพิษออกจากตัวทันที (Primary decontamination) ณ ที่เกิดเหตุ และล้างซ้ำอีกครั้ง (secondary decontamination) เมื่อออกนอกเขตอันตราย และถ้าเข้าตาต้องล้างตาเป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที

ถ้าได้รับโดยการกินห้ามกระตุ้นให้อาเจียน การล้างท้องต้องใช้ความระมัดระวัง เนื่องจากเบนซีนมีฤทธิ์กดระบบประสาทส่วนกลางและทำให้ชักได้ การให้ผงถ่านกัมมันต์และยาระบาย ช่วยลดการ

ดูดซึมที่ระบบทางเดินอาหาร นอกจากนี้ควรเฝ้าระวังหัวใจเต้นผิดปกติด้วย EKG monitor และหลีกเลี่ยงการให้ epinephrine เพราะอาจกระตุ้นกล้ามเนื้อหัวใจ (myocardial sensitization)

ในภาวะที่เกิดพิษต่ออวัยวะต่าง ๆ และอาการพิษแบบเรื้อรัง การวินิจฉัยอย่างรวดเร็วเพื่อหยุดการสัมผัสและการให้การรักษาตามระบบอวัยวะที่เป็นเป้าหมายของการเกิดมลพิษจะทำให้ผู้ป่วยดีขึ้น การพยากรณ์โรคดี ลดอัตราการเกิด pancytopenia และมะเร็งเม็ดเลือดขาวลงได้

การดำเนินงานด้านอาชีวอนามัย

การดูแลสุขภาพคนงาน

การตรวจสุขภาพก่อนเข้ารับการทำงานและตรวจเป็นระยะ ๆ รวมทั้งการเฝ้าคุมทางชีวภาพ เช่น การตรวจเลือด, ปัสสาวะ, การตรวจการทำงานของตับ เป็นต้น นอกจากนี้การลดชั่วโมงการทำงานจัดให้มีช่วงพักบ่อยครั้งขึ้น หรือเปลี่ยนแปลงหน้าที่ ทั้งนี้แล้วแต่ความเหมาะสม ซึ่งเป็นมาตรการควบคุมของฝ่ายบริหาร จะช่วยลดการเกิดภยันตรายลงได้ สิ่งที่สำคัญที่สุด คือ การให้ความรู้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกระดับ ตั้งแต่คนงานและครอบครัว หัวหน้ากะ หัวหน้าฝ่าย ตลอดจนถึงเจ้าของโรงงาน เพื่อให้ทราบถึงอันตรายและมาตรการในการควบคุมป้องกัน

การดูแลสถานที่และสภาพแวดล้อมในการทำงาน

เนื่องจากเบนซีนเป็นสารที่มีพิษสูง การป้องกันการได้รับพิษจากเบนซีนทำได้โดยการใช้สารอื่นที่มีอันตรายน้อยกว่าทดแทน และการป้องกันการแผ่กระจาย การใช้สารอื่นที่มีอันตรายน้อยกว่าทดแทน เช่น ใช้ไซลีนหรือโทลูอีนแทนเบนซีน ในกรณีหมึกพิมพ์ สี เป็นต้น

การป้องกันการแพร่กระจาย ทำได้โดยใช้กระบวนการผลิตแบบปิด ควบคุมดูแลกระบวนการผลิตและบำรุงรักษาไม่ให้มีรอยรั่วซึม, หมั่นรักษาความสะอาดบริเวณทำงาน, เมื่อสารหกหรือกระเซ็นออกจากกระบวนการผลิต หรือจากภาชนะที่ใส่ต้องรีบทำความสะอาดโดยเร็ว

นอกจากนี้ ต้องจัดให้มีระบบระบายอากาศในที่ทำงานที่เหมาะสม และเพียงพอ, จัดหาเครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น หน้ากาก ถุงมือ เครื่องช่วยหายใจที่เหมาะสม รวมทั้งจัดให้มีการฝึกใช้ตลอดจนการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ, รวมทั้งการเฝ้าคุมสิ่งแวดล้อม

ค่ามาตรฐานความเข้มข้นของเบนซีนในบรรยากาศ [10), (11)

ACGIH(2007)	TWA	0.5	ppm.
	STEL	2.5	ppm.
NIOSH(2005)	TWA	0.1	ppm.
	STEL	1	ppm.
OSHA(2005)	TWA	1	ppm.
	STEL	5	ppm.
ไทย (พ.ศ.2520)	TWA	10	ppm.

ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) เป็นองค์กรวิชาชีพที่จัดตั้งโดยกลุ่มนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ทำงานในภาครัฐ บทบาทหน้าที่ขององค์กรคือการนำเสนอคำแนะนำต่างๆ ต่อหน่วยงานของรัฐ ผลงานที่สำคัญของ ACGIH คือการกำหนดค่าที่ยอมรับให้มีได้ (Threshold limit value; TLV) และ Biological Exposure Indices; BEIs และทำการปรับค่าเหล่านี้เพื่อความเหมาะสมอย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยการศึกษาวิจัยที่เชื่อถือได้จากหลายภูมิภาค

NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health)เป็นหน่วยงานของรัฐที่มีบทบาทอย่างสูงในงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยขึ้นตรงกับกระทรวงสุขภาพและบริการมนุษย์ มีหน้าที่หลักในการศึกษาวิจัยเพื่อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานด้านความปลอดภัยและมาตรฐานสิ่งแวดล้อมดังกล่าว ให้กับ OSHA ทำการพิจารณากำหนดเป็นมาตรฐานทางกฎหมายต่อไป รวมทั้งมีหน้าที่ให้การศึกษา ฝึกอบรม และบริการทางเทคนิคแก่นายจ้างลูกจ้างที่ร้องขอ

OSHA (Occupational Safety and Health Administration)เป็นหน่วยงานภาครัฐในสังกัดกระทรวงแรงงาน (Department of Labor) ประเทศสหรัฐอเมริกาที่จัดตั้งขึ้นมาดำเนินการรับผิดชอบบริหารพระราชบัญญัติความปลอดภัยและสุขภาพในการทำงาน ค.ศ. 1970 (Occupational Safety and Health Act 1970;OSHAct) โดยเฉพาะการ บังคับให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องปฏิบัติตามกฎหมายสิ่งแวดล้อมในการทำงานต่างๆ

STEL (Short Term Exposure Limit) ระดับความเข้มข้นของสารเคมีที่อนุญาตให้ผู้ปฏิบัติสัมผัสในระยะสั้นๆ เป็นเวลาต่อเนื่องกัน 15 นาทีโดยไม่เกิดอันตรายต่อร่างกายอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้คือ การระคายเคือง การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่ออย่างถาวร หรือเรื้อรัง หรือการขาดอากาศหายใจค่านี้จะใช้ควบคู่กับค่า TWA โดยที่ต่อไม่สัมผัสเกิน 4 ครั้งต่อวัน แต่ละครั้งห่างกันไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง

TWA (Time Weight Average) ระดับความเข้มข้นของสารเคมีที่อนุญาตให้มีได้ในบรรยากาศการทำงานปกติ โดยเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงโดยไม่เกิดอันตรายต่อสุขภาพ

ค่ามาตรฐานสารเบนซีนในร่างกาย [10], [11]

ดัชนีวัดการสัมผัส	ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง	ค่าอ้างอิงมาตรฐาน		ค่าสูงสุดที่อนุญาตให้มีได้
		BEI s1*	BEI s2*	
S-Phenylmercapturic Acid in urine	End of shift	25 µg/g creatinine	-	-
t,t-Muconic acid in urine	End of shift	500 µg/g creatinine	-	1.4 mg/g creatinine
Phenol in urine	End of shift	50 mg/g creatinine	< 20 mg/g creatinine	45 mg/g creatinine

* BEIs1 หมายถึง Biological Exposure Indices ที่กำหนดโดย ACGIH

** BEIs2 หมายถึง Biological Exposure Indices จากเอกสาร Lauwerys RR, Industrial Chemicals Exposure- Guidelines for Biological Monitoring, 2nd ed.,Lewis Publishers, Florida, 1993

BEIs (Biological Exposure Indices)เป็นค่าชี้ทางชีวภาพ ซึ่งเน้นค่าที่ใช้ในการประเมินระดับความเข้มข้นของสารเคมีในตัวอย่างทางชีวภาพ ที่แสดงถึงปริมาตรสารเคมี ที่ได้รับเข้าสู่ร่างกายในระดับที่ยังไม่เกิดอันตรายต่อสุขภาพ

3. การเฝ้าระวังทางสุขภาพที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม [12]

การเฝ้าระวังทางสาธารณสุข (Public Health Surveillance)

การเฝ้าระวังทางสาธารณสุข หรือการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา (Public Health Surveillance หรือ Epidemiological Surveillance) หมายถึง "ขั้นตอนการดำเนินการอย่างต่อเนื่องเป็นระบบ ในการเก็บรวบรวมวิเคราะห์ และแปลผลข้อมูลทางสุขภาพ ที่อธิบายหรือติดตามสถานการณ์ทางสุขภาพ ข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปใช้ในการวางแผน ดำเนินการและประเมินผลโครงการ หรือการดำเนินงานทางด้านสาธารณสุข" โดยทั่วไปแล้วมีหลากหลายวิธีการที่จะใช้ในการควบคุมและป้องกันโรค แต่การเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาถือเป็นแกนกลางของกระบวนการในการป้องกันโรค การเฝ้าระวังมีประโยชน์ในการประเมินประสิทธิภาพของการดำเนินการด้านสาธารณสุข โดยการประเมินแนวโน้มของโรคหลังจากได้มีการดำเนินการในการแก้ไขหรือควบคุมโรคไปแล้ว การเฝ้าระวังไม่เพียงแต่จะรวมถึงการ

รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเท่านั้น แต่จะรวมไปถึงการนำเอาข้อมูลเหล่านี้ไปเผยแพร่ให้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหลายได้ใช้ประโยชน์ต่อไปด้วย

ชนิดของการเฝ้าระวัง

ระบบการเฝ้าระวังสามารถแบ่งได้เป็น 4 แบบ คือ แบบเชิงรับ (passive) เชิงรุก (active) แบบการเฝ้าระวังตามกลุ่มเสี่ยงสูงหรือพื้นที่เฉพาะ (sentinel) และแบบพิเศษ (special)

การเฝ้าระวังเชิงรับเป็นระบบเฝ้าระวังที่มีการดำเนินการมากที่สุด โดยทั่วไปมีวิธีการดำเนินการเป็นแบบตั้งรับ คือ ใช้แบบฟอร์มการรายงานโรคที่เป็นมาตรฐาน กระจายไปตามสถานบริการสาธารณสุขต่าง ๆ เช่น โรงพยาบาล สถานีอนามัย เป็นต้น หลังจากนั้นก็ให้บุคลากรกรอกข้อมูลและรายงานโรคมายังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ทำหน้าที่เก็บรวบรวมข้อมูล โดยทั่วไปความครบถ้วนสมบูรณ์ (completeness) ของผู้ที่ป่วยเป็นโรคที่ถูกรายงานมามักจะต่ำ แต่ระบบเฝ้าระวังเชิงรับจะเป็นระบบที่ใช้ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

ระบบเฝ้าระวังเชิงรุก (Active surveillance) จะเน้นการดำเนินงานเชิงรุกที่จะเสาะหาผู้ป่วยโดยอาจจะสืบเสาะหรือสำรวจจากแหล่งที่อาจจะพบผู้ป่วยที่ต้องการเฝ้าระวัง การเฝ้าระวังเชิงรุกจะมีระดับความครบถ้วนสมบูรณ์ของการรายงานโรค (completeness) ค่อนข้างสูง แต่จะใช้ค่าจ่ายในการดำเนินการมาก

การเฝ้าระวังตามกลุ่มเสี่ยง (sentinel) เป็นระบบการเฝ้าระวังที่จะดำเนินการรายงานโรคเพราะในกลุ่มของสถานบริการสาธารณสุขหรือผู้ที่จะรายงานโรคค่อนข้างสูง หรือมีการดำเนินโครงการที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจหรือวินิจฉัยโรคนั้น ๆ เป็นพิเศษ

สำหรับสุดท้ายคือระบบเฝ้าระวังแบบพิเศษ เป็นระบบที่ตั้งขึ้นมาเพื่อดำเนินการเฝ้าระวังในกิจกรรมทางสุขภาพเป็นกรณีพิเศษ โดยอาจจะตั้งระบบเฝ้าระวังขึ้นเพื่อติดตามดูผลกระทบที่เกิดขึ้นจากโครงการที่มีการดำเนินการอยู่ ตัวอย่างเช่น การเฝ้าระวังโรคมะเร็งเต้านม กับโครงการตรวจเต้านมด้วยเครื่องตรวจเต้านม (mammography) หรือการเฝ้าระวังโรคมะเร็งปากมดลูกกับโครงการตรวจเซลปากมดลูกด้วยวิธี Pap smears เป็นต้น

นอกจากระบบเฝ้าระวังจะแบ่งตามลักษณะวิธีการดำเนินการดำเนินการดังกล่าวมาแล้ว ระบบเฝ้าระวังยังสามารถแบ่งได้ตามชนิดของข้อมูลที่จัดเก็บ โดยแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ ข้อมูลทุติยภูมิหรือข้อมูลที่มีอยู่ตามปกติแล้ว (existing secondary data) กับข้อมูลปฐมภูมิที่ออกแบบมาเพื่อจัดเก็บสำหรับการเฝ้าระวังโดยเฉพาะ

ข้อมูลทุติยภูมิที่มีอยู่แล้ว โดยทั่วไปถูกจัดเก็บด้วยวัตถุประสงค์อื่นๆ ที่ไม่ใช่เพื่อการเฝ้าระวัง เช่น ใบมรณบัตร ข้อมูลสรุปผลการรักษาผู้ป่วย หรือข้อมูลเกี่ยวกับเงินทดแทนคนงานที่เจ็บป่วยจากการทำงาน แม้ว่าการใช้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลเหล่านี้ จะมีข้อดีตรงที่ไม่ต้องออกแบบหรือสร้างระบบ

ใหม่ขึ้นมารองรับในการจัดเก็บข้อมูล แต่แหล่งข้อมูลหรือรายละเอียดของข้อมูลอาจจะไม่เพียงพอสำหรับที่จะใช้ในการเฝ้าระวัง

การใช้ข้อมูลที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเฝ้าระวังโดยเฉพาะ เช่น แบบใบรายงานโรคที่รายงานโดยแพทย์หรือเจ้าหน้าที่สาธารณสุขนั้น สามารถบ่งบอกได้จากข้อมูลทุติยภูมิที่มีอยู่แล้ว โดยทั่วไปการได้ข้อมูลชนิดนี้มักจะใช้เวลานานกว่าข้อมูลทุติยภูมิที่มีแล้ว แต่การวิเคราะห์ข้อมูลจะชี้ประเด็นและสถานการณ์ถ้ามีข้อสงสัยเกี่ยวกับข้อมูล เช่น วิธีการหรือผลการวินิจฉัย ก็สามารถที่จะสอบถามติดตามกลับ กับผู้ที่รายงานมาได้ นอกจากนี้ผู้รับรายงานยังสามารถที่จะให้ข้อแนะนำหรือขอรายละเอียดเพิ่มเติมจากผู้รายงาน หรืออาจจะเพิ่มเติมโรคอื่น ๆ ที่มีความสนใจที่จะทำการเฝ้าระวังต่อไปด้วย

ประเภทของระบบเฝ้าระวังปัญหาสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อม

โดยทั่วไประบบการเฝ้าระวังทางด้านสาธารณสุข มักจะมุ่งเน้นการเฝ้าระวังโรคหรือผลกระทบทางสุขภาพที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะโรคติดเชื้อทั้งหลาย เพื่อที่จะให้ทราบสถานการณ์และขนาดของปัญหาในโรคต่าง ๆ ที่กำลังเฝ้าระวัง อย่างไรก็ตามในกรณีผลกระทบทางสุขภาพที่เกิดจากมลพิษทางสิ่งแวดล้อมนั้น มักจะเป็นแบบเรื้อรังหรือใช้ระยะเวลาในการฟักตัวของโรคค่อนข้างนาน การเฝ้าระวังที่ผลกระทบทางสุขภาพหรือโรคเพียงอย่างเดียวนั้น อาจจะช้าเกินไป จนไม่สามารถที่จะควบคุมปัญหาได้ ดังนั้นประเภทของการเฝ้าระวังปัญหาสุขภาพที่เกิดจากมลพิษสิ่งแวดล้อม จึงมุ่งเน้นการเฝ้าระวังที่ทุกขั้นตอนของกระบวนการการเกิดโรคคือ เริ่มตั้งแต่การเฝ้าระวังที่ตัวสิ่งคุกคามหรือมลพิษ การเฝ้าระวังการรับสัมผัส และจนกระทั่งถึงการเฝ้าระวังโรคหรือผลกระทบทางสุขภาพที่เกิดขึ้น โดยมีคำจำกัดความและลักษณะดังนี้

1. การเฝ้าระวังสิ่งคุกคาม (Hazard surveillance) คือการประเมินการเกิด การกระจายและแนวโน้มของปริมาณ หรือระดับของสิ่งคุกคาม (เช่น สารพิษ สิ่งคุกคามทางกายภาพ จุลชีพ หรือเชื้อโรคต่าง ๆ เป็นต้น) ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ เช่น ป่วยเป็นโรคหรือการบาดเจ็บต่าง ๆ โดยการดำเนินการดังกล่าวจะนำไปสู่การตรวจสอบสถานการณ์ของสิ่งคุกคามบางอย่างที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อบุคคลหรือสาธารณชน อันเกิดจาการที่ขาดหรือมีมาตรการที่จะรองรับสิ่งคุกคามนั้น ๆ อย่างไม่เหมาะสมหรือไม่เพียงพอได้

2. การเฝ้าระวังการรับสัมผัส (Exposure surveillance) คือ การเฝ้าคุมหรือติดตามระดับของการรับสัมผัสของสิ่งคุกคามในแต่ละบุคคล หรือของกลุ่มประชากร ซึ่งการเฝ้าระวังดังกล่าวรวมถึงการตรวจประเมินผลกระทบของสุขภาพในระยะเบื้องต้นก่อนที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นโรคหรือความผิดปกติทางสุขภาพอย่างชัดเจน (Subclinical or preclinical effects)

3. การเฝ้าระวังโรคหรือผลกระทบทางสุขภาพต่าง ๆ (Disease or Health outcome surveillance) คือ การเฝ้าระวังปัญหาทางสุขภาพหรือผลกระทบที่เกิดขึ้นแล้ว เช่น การป่วยเป็นโรค การพิการ หรือการบาดเจ็บจากสิ่งคุกคามที่ศึกษา

ลักษณะสำคัญของระบบเฝ้าระวังปัญหาสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อม

นอกจากระบบเฝ้าระวังจะต้องมีลักษณะตามกระบวนการการเกิดโรคดังกล่าวแล้ว ระบบเฝ้าระวังปัญหาสุขภาพที่เกิดจากมลพิษทางสิ่งแวดล้อมที่ดีและมีประโยชน์จะต้องมีลักษณะที่สำคัญ ดังนี้

1. วิธีการในระบบการเฝ้าระวังจะต้องสามารถทำการบ่งบอกขนาดของปัญหา หรือตรวจวัดระดับของสิ่งคุกคามที่จะศึกษาได้ เช่น ตรวจระดับของมลพิษทางอากาศ ระดับของตะกั่วในเลือด หรือจำนวนผู้ป่วยเป็นโรค เป็นต้น

2. ระบบจะต้องสร้างฐานข้อมูลที่สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีความต่อเนื่อง ตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการเฝ้าระวังได้

3. ข้อมูลที่ได้จากระบบต้องมีความรวดเร็ว ทันเวลา และสามารถเป็นตัวแทนของสถานการณ์จริงได้

4. มีระบบข้อมูลที่มีคุณภาพทั้งข้อมูลการป่วย หรือการตาย รวมทั้งข้อมูลที่อยู่อาศัยของผู้ป่วยเหล่านั้น

5. มีข้อมูลกลุ่มประชากรกลุ่มเสี่ยงที่ถูกต้องและล่าสุด เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้เป็นตัวหารหรือตัวส่วน (denominator) ที่ถูกต้อง

6. มีข้อมูลที่มีความหลากหลายในด้านต่าง ๆ เช่น ข้อมูลการรับสัมผัส จะต้องมีข้อมูลที่บ่งชี้ถึงปริมาณการรับสัมผัสตั้งแต่ข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษจากแหล่งต้นเหตุ (emission data) ข้อมูลการกระจายของมลพิษในสิ่งแวดล้อม และข้อมูลการตรวจวัดและติดตามระดับของมลพิษในอากาศ น้ำหรือตัวกลางอื่น ๆ เช่น ในดินหรือในอาหาร เป็นต้น การตรวจวัดดังกล่าวจะต้องดำเนินการคัดเลือกตัวอย่างอย่างถูกต้อง รวมทั้งมีการจัดเก็บและวิเคราะห์อย่างถูกวิธี

7. มีข้อมูลทางภูมิศาสตร์ที่ถูกต้องในการเชื่อมต่อข้อมูลของสิ่งคุกคาม การรับสัมผัสและข้อมูลการเจ็บป่วย และข้อมูลดังกล่าวสามารถที่จะวิเคราะห์ได้ในทุกระดับ ทั้งในระดับภาพรวมใหญ่ในระดับประเทศหรือจังหวัด หรือวิเคราะห์เจาะลึกในระดับพื้นที่ของชุมชนซึ่งเป็นหน่วยย่อย

4. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) [13-14]

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) คือ เครื่องมือที่มีความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลกราฟิก (Graphic data) และข้อมูลตามลักษณะ (Attribute data) ของข้อมูลกราฟิกให้สามารถนำเข้าและจัดเก็บ (Data entry / Storage and management) ค้นคืน (Retrieve) เปลี่ยนแปลงแก้ไข / บรรณาธิกร (Edit) วิเคราะห์ (Analyze) และแสดงผล (Display) ข้อมูลซึ่งจัดเก็บอยู่ในระบบพิกัดเดียวกันได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ Geographic Information System : GIS คือกระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศ ที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ สัมพันธ์กับตำแหน่งในแผนที่ ตำแหน่ง เส้นรุ้ง เส้นแวง

ข้อมูลและแผนที่ใน GIS เป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปของตารางข้อมูล และฐานข้อมูลที่มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลาย จะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS และทำให้สื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับเวลาได้ เช่น การแพร่ขยายของโรคระบาด การเคลื่อนย้าย ถิ่นฐาน การบุกรุกทำลาย การเปลี่ยนแปลงของการใช้พื้นที่ ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้ เมื่อปรากฏบนแผนที่ทำให้สามารถแปลและสื่อความหมายใช้งานได้ง่าย GIS เป็นระบบข้อมูลข่าวสารที่เก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ แต่สามารถแปลความหมายเชื่อมโยงกับสภาพภูมิศาสตร์อื่นๆ สภาพท้องที่ สภาพการทำงานของระบบสัมพันธ์กับสัดส่วนระยะทางและพื้นที่จริงบนแผนที่ ข้อแตกต่างระหว่าง GIS กับ MIS นั้นสามารถพิจารณาได้จากลักษณะของข้อมูล คือ ข้อมูลที่จัดเก็บใน GIS มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ที่แสดงในรูปของภาพ (graphic) แผนที่ (map) ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) หรือฐานข้อมูล (Database)การเชื่อมโยงข้อมูลทั้งสองประเภทเข้าด้วยกัน จะทำให้ผู้ใช้สามารถที่จะแสดงข้อมูลทั้งสองประเภทได้พร้อมๆ กัน เช่นสามารถจะค้นหาตำแหน่งของจุดตรวจวัดควันดำ - ควันขาวได้โดยการระบุชื่อจุดตรวจ หรือในทางตรงกันข้าม สามารถที่จะสอบถามรายละเอียดของ จุดตรวจจากตำแหน่งที่เลือกขึ้นมา ซึ่งจะต่างจาก MIS ที่แสดงภาพเพียงอย่างเดียว โดยจะขาดการเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลที่เชื่อมโยงกับรูปภาพนั้น เช่นใน CAD (Computer Aid Design) จะเป็นภาพเพียงอย่างเดียว แต่แผนที่ใน GIS จะมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ คือค่าพิกัดที่แน่นอน ข้อมูลใน GIS ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยาย สามารถอ้างอิงถึงตำแหน่งที่มีอยู่จริงบนพื้นโลกได้โดยอาศัยระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ ซึ่งจะสามารถอ้างอิงได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ข้อมูลใน GIS ที่อ้างอิงกับพื้นผิวโลกโดยตรง หมายถึง ข้อมูลที่มีค่าพิกัดหรือมีตำแหน่งจริงบนพื้นโลกหรือในแผนที่ เช่น ตำแหน่งอาคาร ถนน ฯลฯ สำหรับข้อมูล GIS ที่จะอ้างอิงกับข้อมูลบนพื้นโลกได้โดยทางอ้อมได้แก่ ข้อมูลของ

บ้าน(รวมถึงบ้านเลขที่ ซอย เขต แขวง จังหวัด และรหัสไปรษณีย์) โดยจากข้อมูลที่อยู่ เราสามารถทราบได้ว่าบ้านหลังนี้มีตำแหน่งอยู่ ณ ที่ใดบนพื้นโลก เนื่องจากบ้านทุกหลังจะมีที่อยู่ไม่ซ้ำกัน

องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

องค์ประกอบหลักของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จัดแบ่งออกเป็น 5 ส่วนใหญ่ ๆ คือ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Hardware) โปรแกรม (Software) ขั้นตอนการทำงาน (Methods) ข้อมูล (Data) และบุคลากร (People) โดยมีรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบดังต่อไปนี้ (http://www.gisthai.org/about-gis/gis.html)

1. **อุปกรณ์คอมพิวเตอร์** คือ เครื่องคอมพิวเตอร์รวมไปถึงอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ เช่น Digitizer, Scanner, Plotter, Printer หรืออื่น ๆ เพื่อใช้ในการนำเข้าข้อมูล ประมวลผล แสดงผล และผลิตผลลัพธ์ของการทำงาน

2. **โปรแกรม** คือชุดของคำสั่งสำเร็จรูป เช่น โปรแกรม Arc/Info, MapInfo ฯลฯ ซึ่งประกอบด้วยฟังก์ชัน การทำงานและเครื่องมือที่จำเป็นต่าง ๆ สำหรับนำเข้าและปรับแต่งข้อมูล, จัดการระบบฐานข้อมูล, เรียกค้น, วิเคราะห์ และ จำลองภาพ

3. **ข้อมูล** คือข้อมูลต่าง ๆ ที่จะใช้ในระบบ GIS และถูกจัดเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูลโดยได้รับการดูแล จากระบบจัดการฐานข้อมูลหรือ DBMS ข้อมูลจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญรองลงมาจากบุคลากร

4. **บุคลากร** คือ ผู้ปฏิบัติงานซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น ผู้นำเข้าข้อมูล ช่างเทคนิค ผู้ดูแลระบบฐานข้อมูล ผู้เชี่ยวชาญสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล ผู้บริหารซึ่งต้องใช้ข้อมูลในการตัดสินใจ บุคลากรจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในระบบ GIS เนื่องจากถ้าขาดบุคลากรข้อมูลที่มีอยู่มากมายมหาศาลนั้น ก็จะเป็นเพียงขยะไม่มีคุณค่าใดเลยเพราะไม่ได้ถูกนำไปใช้งาน อาจจะกล่าวได้ว่า ถ้าขาดบุคลากรก็จะไม่มีระบบ GIS

5. **วิธีการหรือขั้นตอนการทำงาน** คือวิธีการที่องค์กรนั้น ๆ นำเอาระบบ GIS ไปใช้งานโดยแต่ละ ระบบแต่ละองค์กรย่อมีความแตกต่างกันออกไป ฉะนั้นผู้ปฏิบัติงานต้องเลือกวิธีการในการจัดการกับปัญหาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับของหน่วยงานนั้น ๆ เอง

หน้าที่ของระบบภูมิสารสนเทศ

ภาระหน้าที่หลัก ๆ ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ควรจะมีอยู่ด้วยกัน 5 อย่างดังนี้

1. **การนำเข้าข้อมูล (Input)**

ก่อนที่ข้อมูลทางภูมิศาสตร์จะถูกใช้งานได้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อมูลจะต้องได้รับการแปลง ให้มาอยู่ในรูปแบบของข้อมูลเชิงตัวเลข (digital format) เสียก่อน เช่น จากแผน

ที่กระดาษไปสู่ข้อมูลใน รูปแบบดิจิตอลหรือแฟ้มข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเข้า เช่น Digitizer Scanner หรือ Keyboard เป็นต้น

2. **การปรับแต่งข้อมูล** (Manipulation)

ข้อมูลที่ได้รับเข้าสู่ระบบบางอย่างจำเป็นต้องได้รับการปรับแต่งให้เหมาะสมกับงาน เช่น ข้อมูลบางอย่างมีขนาด หรือสเกล (scale) ที่แตกต่างกัน หรือใช้ระบบพิกัดแผนที่ที่แตกต่างกัน ข้อมูลเหล่านี้จะต้องได้รับการปรับให้อยู่ใน ระดับเดียวกันเสียก่อน

3. **การบริหารข้อมูล** (Management)

ระบบจัดการฐานข้อมูลหรือ DBMS จะถูกนำมาใช้ในการบริหารข้อมูลเพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพในระบบ GIS DBMS ที่ได้รับการเชื่อถือและนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุดคือ DBMS แบบ Relational หรือระบบจัดการฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ (DBMS) ซึ่งมีหลักการทำงานพื้นฐานดังนี้คือ ข้อมูลจะถูกจัดเก็บ ในรูปของตารางหลาย ๆ ตาราง

4. **การเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูล** (Query and Analysis)

เมื่อระบบ GIS มีความพร้อมในเรื่องของข้อมูลแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การนำข้อมูลเหล่านี่มาใช้ให้เกิด ประโยชน์ เช่น

- ใครคือเจ้าของกรรมสิทธิ์ในที่ดินผืนที่ติดกับโรงเรียน
- เมืองสองเมืองนี้มีระยะห่างกันกี่กิโลเมตร
- ดินชนิดใดบ้างที่เหมาะสำหรับปลูกอ้อย

หรือ ต้องมีการสอบถามอย่างง่าย ๆ เช่น ชี้เมาส์ไปในบริเวณที่ต้องการแล้วเลือก (point and click) เพื่อสอบถามหรือเรียกค้นข้อมูล นอกจากนี้ระบบ GIS ยังมีเครื่องมือในการวิเคราะห์ เช่น การวิเคราะห์เชิงประมาณค่า (Proximity หรือ Buffer) การวิเคราะห์เชิงซ้อน (Overlay Analysis) เป็นต้น หรือ ต้องมีการสอบถามอย่างง่าย ๆ เช่น ชี้เมาส์ไปในบริเวณที่ต้องการแล้วเลือก (point and click) เพื่อสอบถามหรือเรียกค้นข้อมูล นอกจากนี้ระบบ GIS ยังมีเครื่องมือในการวิเคราะห์ เช่น การวิเคราะห์เชิงประมาณค่า (Proximity หรือ Buffer) การวิเคราะห์เชิงซ้อน (Overlay Analysis) เป็นต้น

5. **การนำเสนอข้อมูล** (Visualization)

จากการดำเนินการเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของตัวเลขหรือตัวอักษร ซึ่งยากต่อการตีความหมายหรือทำความเข้าใจ การนำเสนอข้อมูลที่ดี เช่น การแสดงชาร์ต (chart) แบบ 2 มิติ หรือ 3 มิติ รูปภาพจากสถานที่จริง ภาพเคลื่อนไหว แผนที่ หรือแม้กระทั้งระบบมัลติมีเดียสื่อต่าง ๆ เหล่านี้จะทำให้ผู้ใช้เข้าใจความหมายและมองภาพของผลลัพธ์ที่กำลังนำเสนอได้ดียิ่งขึ้น อีก ทั้งเป็นการดึงดูดความสนใจของผู้ฟังอีกด้วย

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พนิดา นวสัมฤทธิ์,มธุรส รุจิรวัฒน์ และ ศาสตราจารย์ ดร. สมเด็จพระเจ้าลูกเธอเจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี [15] ได้ทำการศึกษาผลกระทบของการได้รับสารเบนซีนในสิ่งแวดล้อมและจากการประกอบอาชีพในประเทศไทย พบว่าสารเบนซีนมีความสัมพันธ์กับการเกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาวซึ่งอุบัติการณ์ของโรคนี้สูงขึ้นในประเทศไทย จากการศึกษาพบว่าระดับเบนซีนในอากาศบริเวณริมถนนที่มีการจราจรหนาแน่นในกรุงเทพมหานครสูง 33.71 ppb ผู้ที่ขายของริมถนนได้รับเบนซีน 22.61ppbในกลุ่มที่ขายเสื้อผ้าและ 28.19 ppb ในกลุ่มที่ขายอาหารปิ้งย่างซึ่งสูงกว่า พระภิกษุและแม่ชีที่อาศัยอยู่ในวัดในบริเวณใกล้เคียง การได้รับเบนซีนจะสูงขึ้นในกลุ่มที่มีโอกาสได้รับสารนี้ขณะปฏิบัติงานเช่นพนักงานเติมน้ำมันในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง (121.67 ppb) และคนงานในโรงงานปิโตรเคมี (73.55 ppb) ตัวบ่งชี้ของการได้รับสารเบนซีนได้แก่ระดับของเบนซีนในเลือดและระดับของกรดมิวโคนิกในปัสสาวะมีค่าสูงขึ้นในกลุ่มที่ได้รับเบนซีนเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ใช้สารไอระเหย นอกจากนี้พบว่ากลุ่มที่ได้รับเบนซีนมีความผิดปกติในสารพันธุกรรมสูงขึ้นในขณะที่ความสามารถของการซ่อมแซมความผิดปกติของสารพันธุกรรมลดลง

Indaratna K, Hutubessy [16] ทำวิจัยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศในการวิเคราะห์การแพร่กระจายของโรคร่วมกับทรัพยากรทางเศรษฐกิจของโรคไข้เลือดออก และมาลาเรียในประเทศไทย ทำการศึกษาโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการเปรียบเทียบทรัพยากรต่างๆ กับการเกิดโรคเชิงเวลา สถานที่ ซึ่งนักวางแผนและผู้บริหาร จะสะดวกในการมองเห็นความสัมพันธ์ได้พิจารณาถึงรายได้ต่อหัวประชากร จำนวนผลผลิตของแต่ละจังหวัดและทรัพยากรสาธารณสุขในการดูแลสุขภาพที่สัมพันธ์กับภูมิศาสตร์และการกระจายของโรคมาลาเรียและไข้เลือดออก พบว่า การแพร่ระบาดมีความผันแปรกับลักษณะของฤดูกาลและสัมพันธ์กับสภาวะทางเศรษฐกิจของแต่ละจังหวัดทำให้สามารถจัดสรรทรัพยากรคร่าวๆ ได้อย่างเหมาะสม

Ricketts TC. [17] ได้ศึกษา Geographic information systems and public health ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และงานสาธารณสุข พบว่า GIS ไม่ใช่วิธีการที่สมบูรณ์ที่สุดและดีที่สุดสำหรับการทำความเข้าใจต่อรูปแบบการกระจายของเชื้อโรค แต่ก็เป็นแนวทางที่ดีกว่าหลายๆ วิธีในการแสดงข้อมูลให้ทุกฝ่ายรู้ว่ามีมนุษย์มีปฏิกิริยาอย่างไร เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทั้งในเชิงการสร้างและป้องกันสุขภาพ

Geoffrey M. Jacquez [18] ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ในงานระบาดวิทยา : วิทยาศาสตร์ที่เพิ่งเริ่มต้นหรือความล้มเหลวของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่าการศึกษานี้ได้สนับสนุนระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในงานระบาดวิทยา ซึ่งการระบุความต้องการเฉพาะที่จะสนับสนุนระบาดวิทยาในเชิงพื้นที่เช่นเดียวกับวิทยาศาสตร์ โดยวัตถุประสงค์คือเพื่อสาเหตุจำเพาะของโรค และหาความสัมพันธ์กันด้วยรูปแบบของโรคในพื้นที่กับความแตกต่างทางภูมิศาสตร์ในความเสี่ยง

ด้านสุขภาพ ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ได้สนับสนุนการทำแผนที่การเกิดโรค การวิเคราะห์ที่ตั้ง คุณลักษณะทางประชากร สถิติในเชิงพื้นที่และการออกแบบจำลอง

สมตระกูล ราศิริ[19] ได้ศึกษาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้านสิ่งแวดล้อม เรื่องการควบคุมและป้องกันโรคมาลาเรีย ตำบลวังนกแอ่น อ.วังทอง จ.พิษณุโลก โดยการนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เป็นปัจจัยและมีผลต่อการเกิดโรคมาลาเรีย เช่น ลำน้ำ ห้วย คลอง ประเภทป่าไม้ และจุดที่พบเชื้อโรคมาลาเรีย พบว่า ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงและพื้นที่เฝ้าระวังควบคุมป้องกันโรคมาลาเรีย รวมถึงวิเคราะห์ข้อมูลนำไปสู่การพัฒนากลวิธีการควบคุมป้องกันโรคมาลาเรียให้เหมาะสมกับสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นได้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการ

รูปแบบการศึกษา

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบ Descriptive Study เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับการเฝ้าระวังสาร VOCs ในพื้นที่จังหวัดระยอง โดยการทบทวนข้อมูลข่าวสารจากเอกสารและสื่อต่างๆ ในส่วนที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เห็นถึงสภาพปัญหาและการจัดการในส่วนภาครัฐ และใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากโรงพยาบาล ที่เข้าร่วมโครงการเฝ้าระวังสาร VOCs จ.ระยอง ปี 2552 ประยุกต์ร่วมกับข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์

กลุ่มประชากรที่ใช้ศึกษา

ประชากรศึกษา คือ ประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ ต.มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง และ อ.บ้านฉาง จ.ระยอง

กลุ่มตัวอย่าง คือ ประชากรตัวแทนจากโครงการเฝ้าระวังสาร VOCs จ.ระยอง ปี 2552 ของโรงพยาบาลมาบตาพุด และโรงพยาบาลบ้านฉาง โรงพยาบาลละประมาณ 200 ราย

ระยะเวลาดำเนินการศึกษา

ตั้งแต่เดือนมกราคม 2552 ถึง เดือนกันยายน 2552

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ ได้แบ่งเครื่องมือการศึกษาเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 ข้อมูลจากโรงพยาบาล ของประชาชนที่เข้าร่วมโครงการเฝ้าระวังสาร VOCs จ.ระยอง ปี 2552 ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ ที่อยู่ ประวัติโรคประจำตัว การสูบบุหรี่ หรือดื่มแอลกอฮอล์ และผลการตรวจ t,t-muconic acid in urine

1.2 เครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Global Positioning System; GPS) เพื่อเก็บข้อมูลพิกัดบ้านที่อยู่อาศัยของประชากรตัวอย่างในพื้นที่

1.3 การทบทวนสภาพปัญหาในพื้นที่ โดยใช้ข้อมูลจากสื่อต่างๆ มาประมวลเพื่อให้เห็นสภาพปัญหา การดำเนินการของภาครัฐจนถึงปัจจุบัน

2. การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูล

ประกอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูล ดังต่อไปนี้

- โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติใช้ประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

- โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Analyst) และนำเสนอข้อมูล

การเก็บรวบรวมและการจัดการข้อมูล

1. ติดต่อประสานงานกับสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดระยอง และโรงพยาบาลที่เกี่ยวข้องเพื่อประสานขอข้อมูลทุติยภูมิจากโรงพยาบาลเป้าหมายในโครงการเฝ้าระวังสาร VOCs จ.ระยอง เช่น ข้อมูลทั่วไป และผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ

2. เก็บข้อมูลพิกัดภูมิศาสตร์สถานีตรวจวัดอากาศรอบชุมชน และบ้านที่อยู่อาศัยของประชากรตัวอย่างทุกราย โดยใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Global Positioning System; GPS)

2.1 รวบรวมข้อมูลพิกัดสถานีตรวจวัดอากาศรอบชุมชน บันทึกในฐานข้อมูล Microsoft Excel

2.2 รวบรวมข้อมูลพิกัดบ้าน โดยระบุตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ บันทึกในฐานข้อมูล Microsoft Excel

2.3 การแปลงฐานข้อมูล Microsoft Excel เข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และตรวจสอบความถูกต้องพิกัดภูมิศาสตร์ ให้อยู่ในรูปแบบ UTM WGS 1984 Zone 47N

2.4 ใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS Desktop 9.2 เพื่อวิเคราะห์หาระยะทาง Nearest Distance จาก Original ซึ่งกำหนดให้เป็น บ้านที่อยู่อาศัยของประชากร และ Destination ที่กำหนดให้เป็น Stack ปล่องของโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อให้โปรแกรมวิเคราะห์ระยะห่าง (ระยะขจัด) จากปล่องของโรงงานอุตสาหกรรมไปยังบ้านของประชาชนที่ใกล้ที่สุด สมมติฐานว่า ปล่องโรงงานอุตสาหกรรมที่ใกล้ที่สุดจะปล่อยสาร VOCs ไปยังบรรยากาศและกระจายตัวไปรอบๆ ยังบ้านประชาชนที่อยู่ในละแวกนั้น

3. กำหนดรายละเอียดของข้อมูลที่จะนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

3.1 ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Database) ใช้ข้อมูลแผนที่จังหวัดระยองจากกระทรวงมหาดไทย กรมแผนที่ทหาร สทอภ. เป็นแผนที่พื้นฐาน

3.1.1 แผนที่ขอบเขตการปกครอง ระดับ จังหวัด อำเภอ ตำบล

3.1.2 แผนที่เส้นทางคมนาคม

3.1.3 ภาพถ่ายจากดาวเทียมรายละเอียดสูง และรายละเอียดปานกลาง

3.2 ฐานข้อมูล stack ของแต่ละโรงงาน โดยใช้ข้อมูลจาก สำนักวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อนำมาวิเคราะห์ระยะทางที่ใกล้ที่สุดกับบ้านถึงแหล่งมลพิษ

3.3 ฐานข้อมูลตาราง (Attribute Database) เพื่ออธิบายข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยแปลงข้อมูลที่ได้จากโรงพยาบาล เช่น ข้อมูลทั่วไป ประวัติสุขภาพ ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ และข้อมูลพิกัดบ้านของประชากรตัวอย่าง แปลงชนิดข้อมูลต่างๆ ให้อยู่ในรูปแฟ้มข้อมูลประเภท Dbase file (.dbf) เพื่อนำมาใช้ประมวลผลในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

4. จัดโครงสร้างของตารางเพื่อสร้างความสัมพันธ์ของตารางฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และตารางฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะ โดยการสร้างความเชื่อมโยงเชิงสัมพันธ์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการตรวจสอบความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลแบบสัมภาษณ์ทั้งหมด นำมาจัดระเบียบหรือจัดกลุ่มข้อมูล ลงรหัส ตรวจสอบความถูกต้องของการลงรหัสและทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ

1.1 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ สรุปโดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความถี่ ร้อยละ

1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับ t t muconic acid ในปัสสาวะ ใช้สถิติ Chi-square และ Fisher's exact test

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะโดยใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เนื่องจากพื้นที่ศึกษาทั้งหมดอยู่ในพื้นที่ประกาศเป็นเขตควบคุมมลพิษตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 32 (พ.ศ.2552) [7] ลงวันที่ 30 เมษายน 2552 ประกอบกับปัจจุบันยังไม่มีเกณฑ์มาตรฐานหรือค่าปกติของประชากรทั่วไป มีแต่เกณฑ์ค่ามาตรฐานคนทำงานที่กำหนดโดย American Conference of Governmental Industril Hygienists (ACGIH)[11] จึงกำหนดเกณฑ์ระดับเสี่ยง ดังนี้

ระดับเสี่ยงต่ำ หมายถึง ตรวจไม่พบสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะ

ระดับเสี่ยงปานกลาง หมายถึง ตรวจพบสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะไม่เกิน 500 ไมโครกรัม /กรัมครีเอตินิน

ระดับเสี่ยงสูง หมายถึง ตรวจพบสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะเกิน 500 ไมโครกรัม /กรัมครีเอตินิน

บทที่ 4
ผลการศึกษา

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการเฝ้าระวังสาร VOCs ของประชาชนในพื้นที่ จ.ระยอง โดยการทบทวนข้อมูลข่าวสารจากเอกสารและสื่อต่างๆ ในส่วนที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เห็นถึงสภาพปัญหาและการจัดการในส่วนภาครัฐ และใช้ข้อมูลพื้นฐานของโรงพยาบาลจากโครงการเฝ้าระวังสาร VOCs จ.ระยอง ปี 2552 ประยุกต์ร่วมกับข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลการศึกษาแบ่งเป็น 6 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

ส่วนที่ 2 ข้อมูลทั่วไป

ส่วนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ระดับสาร t,t-muconnic acid ในปัสสาวะ

ส่วนที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องระดับสาร t,t-muconnic acid ในปัสสาวะ

ส่วนที่ 5 การกำหนดระดับเสี่ยงเพื่อการเฝ้าระวังการรับสัมผัสสาร VOCs

ส่วนที่ 6 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิสาสตร์ในการเฝ้าระวังสาร VOCs

ส่วนที่ 1 สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

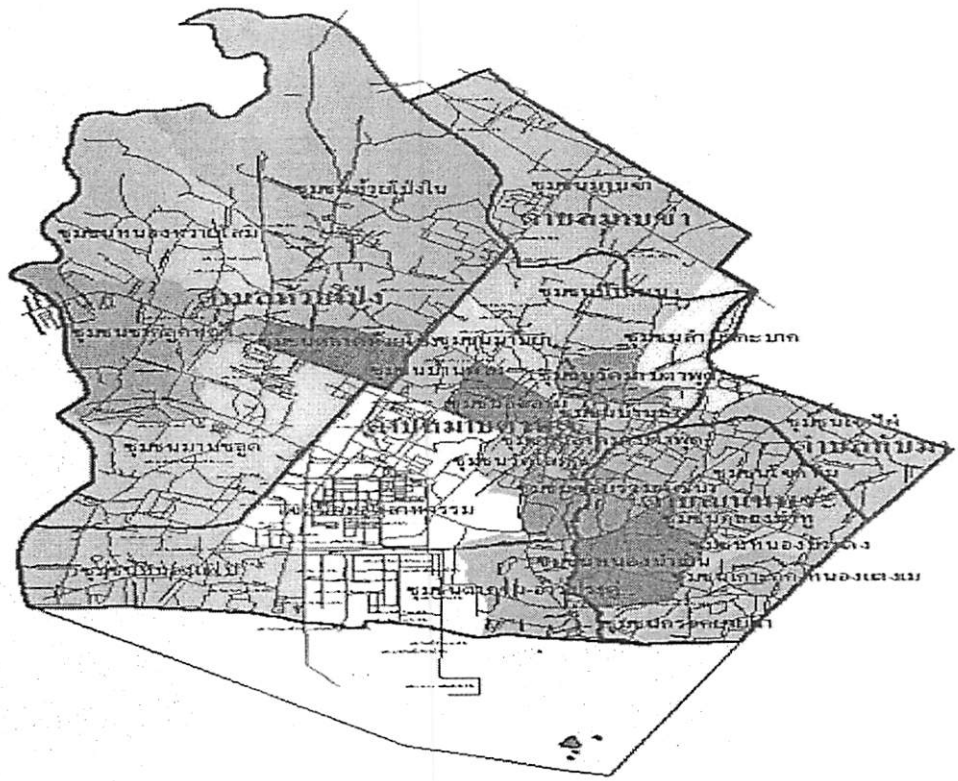
1.1 เทศบาลเมืองมาบตาพุด [20]

เนื่องจากเทศบาลตำบลมาบตาพุดถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่โครงการพัฒนาชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 ซึ่งพื้นที่แห่งนี้เป็นแหล่งอุตสาหกรรมหลักของประเทศ เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว ทำให้ วิถีชีวิตของผู้คนเปลี่ยนไปจากสังคมเกษตรกรรมเป็นสังคมอุตสาหกรรม

เทศบาลเมืองมาบตาพุด ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมืองระยอง และพื้นที่บางส่วนของกิ่งอำเภอนิคมพัฒนา ครอบคลุมพื้นที่ 5 ตำบล ได้แก่ ตำบลมาบตาพุด ตำบลห้วยโป่ง ตำบลมาบข่าบางส่วน ตำบลทับมาบางส่วน ตำบลเนินพระบางส่วน และมีเกาะ 1 เกาะ คือ เกาะสะเก็ด มีพื้นที่รวมสิ้น 165.575 ตารางกิโลเมตร โดยเป็นพื้นที่บนบกที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ประมาณ 144.575 ตารางกิโลเมตร หรือเท่ากับร้อยละ 87.32 ของพื้นที่ทั้งหมด ที่เหลือเป็นทะเลประมาณ 21.000 ตารางกิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อ ดังนี้

ทิศเหนือจด	ตำบลมาบข่า อำเภอเมืองระยอง กิ่งอำเภอนิคมพัฒนา
ทิศใต้จด	อ่าวไทย
ทิศตะวันออกจด	ตำบลเนินพระ ตำบลทับมา อำเภอเมือง จังหวัดระยอง
ทิศตะวันตกจด	อำเภอบ้านฉาง จังหวัดระยอง

แผนที่แสดงอาณาเขตการปกครองและขอบเขตชุมชนเทศบาลเมืองมาบตาพุด



ชุมชน เทศบาลเมืองมาบตาพุดมีชุมชนย่อย จำนวน 31 ชุมชน ดังนี้

ชุมชน	จำนวนครัวเรือน	จำนวนประชากร	ประชากร		ชุมชน	จำนวนครัวเรือน	จำนวนประชากร	ประชากร	
			ชาย	หญิง				ชาย	หญิง
1.ชุมชนหนองแฟบ	1,297	2,339	1,069	1,270	17.ชุมชนเขาไผ่	692	826	425	401
2.ชุมชนตลาดห้วยโป่ง	724	1,771	947	824	18.ชุมชนอิสลาม	1,022	1,598	803	795
3.ชุมชนมาบข่า-สำนักอ้ายงอน	935	1,320	699	621	19.ชุมชนบ้านบน	1,452	2,040	1,075	965
4.ชุมชนโขดหิน	2,698	3,655	1,899	1,756	20.ชุมชนบ้านล่าง	1,029	1,758	894	864
5.ชุมชนบ้านพลง	768	825	428	397	21.ชุมชนห้วยโป่งใน 1	815	2,020	996	1,024
6.ชุมชนเกาะกก-หนองแตงเม	801	1,065	598	467	22.ชุมชนห้วยโป่งใน 2	703	1,121	565	556
7.ชุมชนวัดมาบตาพุด	1,776	1,527	732	795	23.ชุมชนห้วยโป่งใน-สะพานน้ำท่วม	761	1,220	686	534

8.ชุมชนคลองน้ำหู	497	766	341	425	24.ชุมชนหนองบัวแดง	435	844	389	455
9.ชุมชนกรอกยายชา	390	672	344	328	25.ชุมชนตลาดมาบตาพุด	1,035	2,431	1,111	1,339
10.ชุมชนมาบชลูด	1,309	2,181	1,101	1,080	26.ชุมชนหนองหวายโสม	1,270	1,989	786	732
11.ชุมชนวัดโสภณ	286	1,146	577	569	27.ชุมชนชากลูกหญ้า	1,994	2,864	1,525	1,320
12.ชุมชนหนองน้ำเย็น	438	606	354	252	28.ชุมชนซอยคีรี	120	710	345	365
13.ชุมชนซอยร่วมพัฒนา	2,001	1,872	979	893	29.ชุมชนมาบข่า-มาบใน	340	1,250	650	600
14.ชุมชนสำนักกะบาก	169	522	232	290	30.ชุมชนเนินพยอม	532	1,042	485	557
15.ชุมชนมาบยา	1,023	1,426	728	698	31.ชุมชนซอยประปา	217	716	313	403
16.ชุมชนตากวน-อ่าวประดู่	1,548	2,109	1,110	999					
รวมทั้งสิ้น 31 ชุมชน						29,077	46,159	23,079	22,609

ที่มา : กองสวัสดิการสังคม เทศบาลเมืองมาบตาพุด ข้อมูล ณ เดือนมีนาคม 2551

ข้อมูลประชากรในเขตเทศบาลเมืองมาบตาพุด

ลำดับที่	ตำบล	จำนวนครัวเรือน	จำนวนประชากร	ร้อยละของครัวเรือนทั้งหมด	ร้อยละของประชากรทั้งหมด
1	มาบตาพุด	14,002	19,289	44.41	43.95
2	ห้วยโป่ง	9,229	13,621	29.27	31.03
3	เนินพระ	5,497	7,814	17.43	17.80
4	ทับมา	1,049	1,209	3.33	2.76
5	มาบข่า	1,754	1,959	5.56	4.46
รวม		31,531	43,892	100	100

ที่มา : งานทะเบียนราษฎร สำนักปลัดเทศบาล ข้อมูล ณ เดือนกุมภาพันธ์ 2551

สถานประกอบการด้านอุตสาหกรรม

โรงงานอุตสาหกรรมในนิคมอุตสาหกรรมต่าง ๆ มีจำนวน 257 แห่ง ดังนี้

โรงงานอุตสาหกรรมในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จำนวน 65 แห่ง

โรงงานอุตสาหกรรมในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดคอมเพล็กซ์ จำนวน 127 แห่ง

โรงงานอุตสาหกรรมในนิคมอุตสาหกรรมเหมราชตะวันออก จำนวน 36 แห่ง

โรงงานอุตสาหกรรมในนิคมอุตสาหกรรมเอเชีย จำนวน 10 แห่ง

โรงงานอุตสาหกรรมในนิคมอุตสาหกรรมผาแดง จำนวน 5 แห่ง

โรงงานอุตสาหกรรมในท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุด จำนวน 10 แห่ง

โรงงานอุตสาหกรรมในนิคมอุตสาหกรรมอาร์ ไอ แอล จำนวน 4 แห่ง

ที่มา : สำนักงานการนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ข้อมูล ณ เดือนมีนาคม 2551

ตาราง4.1 แสดงจำนวนโรงงานและแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่มาบตาพุด [21]

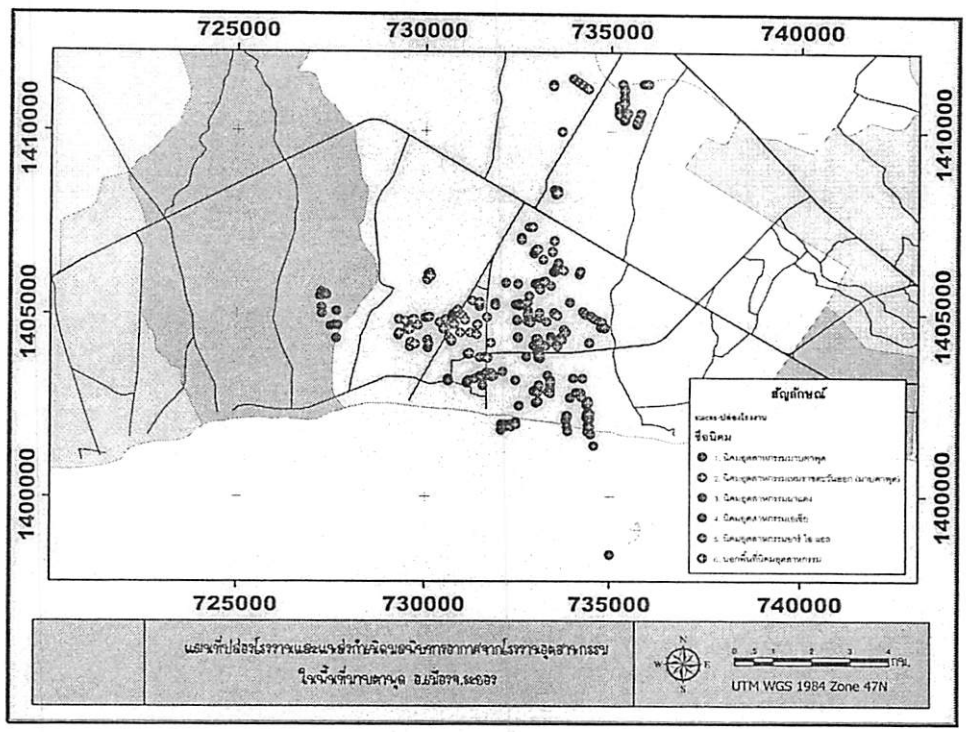
ลำดับที่	นิคม/บริษัท	จำนวนปล่อง
1 นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด		
1	บริษัท ปตท. เคมิคอล จำกัด (มหาชน)	21
2	บริษัท สตาร์ปิโตรเลียม รีไฟน์นิ่ง จำกัด	11
3	บริษัท ปตท. อะโรเมติกส์และการกลั่น จำกัด(มหาชน)	13
4	บริษัท เพอรอกซิไทย จำกัด	1
5	บริษัท สยามเลเทกซ์ สังเคราะห์ จำกัด	1
6	บริษัท สยามโพลีสไตรีน จำกัด	2
7	บริษัท อดิตยา เบอร์ล่า เคมีคัลส์ (ประเทศไทย) จำกัด	1
8	บริษัท เอช เอ็ม ที โพลีสไตรีน จำกัด	2
9	บริษัท ไทยเอ็มเอฟซี จำกัด	3
10	บริษัท เอช.ซี.สตาร์ค (ประเทศไทย) จำกัด	5
11	บริษัท โนวา สตีล จำกัด (NOVA Nikko)	1
12	บริษัท เหล็กก่อสร้างสยาม จำกัด (SCSC)	3
13	บริษัท เหล็กสยามยามาโตะ จำกัด	2
14	บริษัท ลาเพิร์ท (ประเทศไทย) จำกัด	3
15	บริษัท ปตท.เคมิคอล จำกัด (มหาชน) (TOC)	27
16	บริษัท ไทยชินกงอินดัสตรี้ คอร์ปอเรชั่น จำกัด	2
17	บริษัท ทีพีที ปิโตรเคมิคอลส์ (ประเทศไทย)	1
18	บริษัท ทุนเท็กซ์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)	1
19	บริษัท โรงกลั่นน้ำมันระยอง จำกัด(มหาชน)	9
20	บริษัท วีนิไทย จำกัด (มหาชน)	13
21	บริษัท ปุ๋ยเอ็นเอฟซี จำกัด (มหาชน)	9
22	บริษัท พีพีจี สยามซิลิกา จำกัด	7
23	Oriental Silica Co.,Ltd	3

ลำดับที่	นิคม/บริษัท	จำนวนปล่อง
24	บริษัท ทีพีซี เพสต์เรซิน จำกัด	1
25	บริษัท โกลว์ พลังงาน จำกัด(มหาชน)	8
26	บริษัท โกลว์ เอสพีพี 3 จำกัด	11
27	บริษัท เก็คโค่-วัน จำกัด (GLOW SPP3 Area)	1
28	บริษัท โกลว์ พลังงาน จำกัด(มหาชน)	1
29	บริษัท ไทยพลาสติกและเคมีภัณฑ์ จำกัด (มหาชน)	19
30	บริษัท บางกอก โคเจนเนอเรชั่น จำกัด(BCC)	1
31	บริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด	1
32	บริษัท ระยอง โอเลฟินส์ จำกัด	17
33	บริษัท ระยองเพียวริฟายเออร์ จำกัด	4
34	บริษัท สยามสไตรีนโมโนเมอร์ จำกัด	3
35	บริษัท ไบเออร์ไทย จำกัด	12
36	บริษัท แอร์ลิควิด จำกัด	4
37	บริษัท บี เอส ที อิลาสโตเมอร์ส จำกัด	1
38	บริษัท ศักดิ์ไชยสิทธิ จำกัด	2
39	บริษัท เอ็ชเอ็มซีโปลีเมอส์ จำกัด	1
40	บริษัท สยามโพลีเอททีลีน จำกัด	2
41	บริษัท ไทยเอ็มเอ็มเอ จำกัด	2
42	บริษัท สยามแผ่นเหล็กวิลาส จำกัด (STP)	1
	2. นิคมอุตสาหกรรมเหมราชตะวันออก (มาบตาพุด)	
1	บริษัท ไทย เพ็ต เรซิน จำกัด (TPRC)	4
2	บริษัท สยามยูไนเต็ดสตีล (1995)	2
3	Solutia Chemical (Thailand) Co.,Ltd.	2
4	Thai Organic Chemicals Co., Ltd.	1
5	CSR Insulator Co.,Ltd	8
6	บริษัท สยามมิตซุย พีทีเอ จำกัด	8
7	บริษัท ไทยอาซาฮีเคมีภัณฑ์ จำกัด	4

ลำดับที่	นิคม/บริษัท	จำนวนปล่อง
8	บริษัท โรห์ม แอนด์ ฮาสส์ เคมิคอล	2
9	บริษัท วนชัย เคมิคอล อินดัสทรีส์ จำกัด	1
10	บริษัท แปซิฟิค พลาสติก (ประเทศไทย) จำกัด	1
11	บริษัท อาราคาวา เคมิคัล (ไทยแลนด์) จำกัด	1
12	บริษัท เซออน เคมิคัลส์ (ประเทศไทย)จำกัด	1
13	บริษัท เอ็มซี โทวา อินเตอร์เซ็นแนลสวีทเทนเนอร์ส จำกัด	2
14	บริษัท ทีโอซีไกลคอล จำกัด	1
15	บริษัท ทีไอจี ไฮโค จำกัด	2
16	บริษัท สยามสเตบิไลเซอร์ แอนด์ เคมิคอล จำกัด	9
17	บริษัท โกลว์ เอสพีพี 1 จำกัด	5
18	บริษัท พีทีที ยูทิลิตี้ จำกัด (PTTUT CUP 1)	7
19	บริษัท บลูสโคป สตีล (ประเทศไทย) จำกัด	6
20	บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) (PDH)	3
22	บริษัท พีทีที อาซาฮี เคมิคอล จำกัด	3
	3. นิคมอุตสาหกรรมผาแดง	
1	บริษัท ผาแดงอินดัสทรี จำกัด (มหาชน)	3
2	บริษัท ไทยโพลีอะซีทัล จำกัด	5
3	บริษัท ไทยโพลีคาร์บอเนต จำกัด	3
4	บริษัท พีทีที โพลีเอทิลีน จำกัด(โครงการอีเทนแครกเกอร์)	7
	4. นิคมอุตสาหกรรมเอเซีย	
1	บริษัท อินโดรามา ปิโตรเคมี จำกัด (IR)	5
2	บริษัท เอ็มทีพี เอชพีพีโอ แมนูแฟคเจอริ่ง จำกัด	7
	5. นิคมอุตสาหกรรมอาร์ ไอ แอล	
1	บริษัท เอสซีจี เคมิคอลส์ จำกัด	18
2	บริษัท อะโรมาติกส์ (ประเทศไทย)จำกัด (มหาชน) (CPX II,)	11
	6. นอกพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม	
1	บริษัท ผลิตไฟฟ้าระยอง จำกัด	8

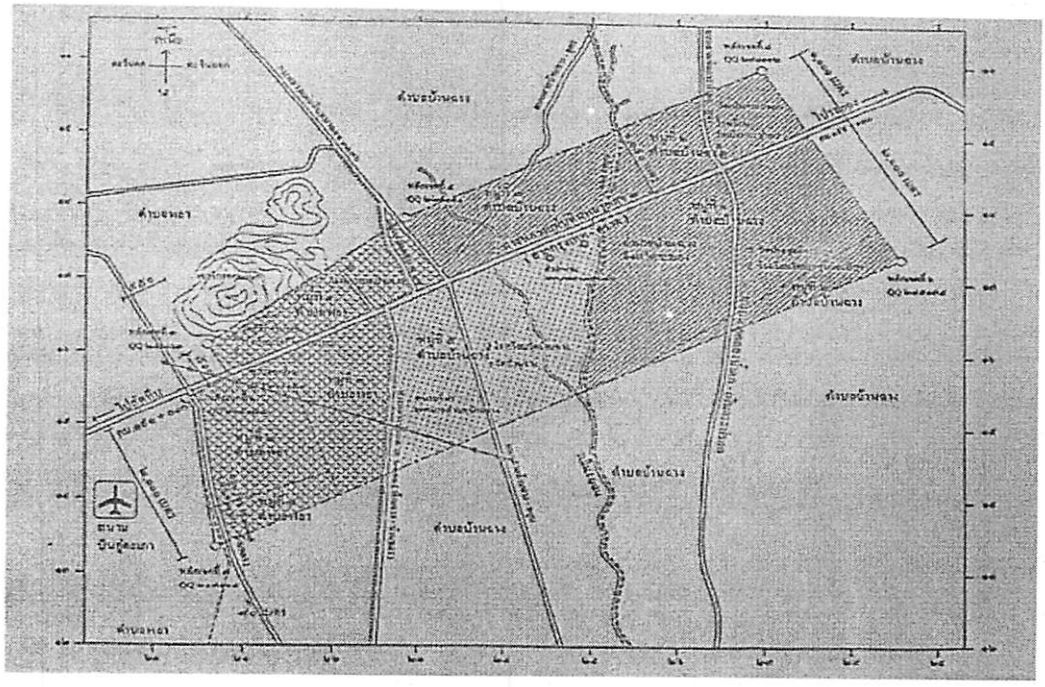
ลำดับที่	นิคม/บริษัท	จำนวนปล่อง
2	โรงไฟฟ้า 720 MW (EGCO New Plant)	2
3	APEX Petrochemical Co.,Ltd	13
4	Tnai Taffita Co.,Ltd	2
5	บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)	16
6	บริษัท พีทีที ยูทิลิตี้ จำกัด (PTTUT CUP2)	7
	รวมจำนวนปล่อง	413

ที่มา : สำนักวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
ข้อมูล ณ วันที่ 17 กรกฎาคม 2552



แผนภาพที่ 4.1 แสดงปล่องโรงงานที่ปล่อยมลพิษทางอากาศในพื้นที่มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง

1.2 เทศบาลเมืองบ้านฉาง[22]



เทศบาลเมืองบ้านฉาง มีพื้นที่ในการปกครอง 24 ตารางกิโลเมตร ห่างจากจังหวัดระยอง ประมาณ 27 กิโลเมตรประกอบด้วย 2 ตำบล คือ หมู่ที่ 1,2,3,4 ตำบลพลา และหมู่ที่ 1,2,3,5,6 ตำบลบ้านฉาง รวม 9 หมู่บ้าน โดยมีอาณาเขต ติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ ทต.บ้านฉาง และ อบต.สำนักท้อน
ทิศใต้	ติดต่อกับ ทต.บ้านฉาง และอบต.พลา
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ ทต.บ้านฉาง
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ เทศบาลตำบลสำนักท้อน และเทศบาลตำบลพลา

ข้อมูลประชากรในเขตเทศบาลเมืองบ้านฉาง

ตำบล	หมู่ที่	จำนวนหลังคาเรือน	ชาย(คน)	หญิง(คน)
บ้านฉาง	1	2,350	2,229	2,131
	2	2,350	2,229	2,131
	3	2,350	135	96
	4	2,898	2,140	2,324
	5	5,179	3,667	3,852
	6	576	706	681
	รวม	11,116	8,877	9,084
พลา	1	1,015	927	1,031
	2	243	263	218
	3	1,002	823	942
	4	61	83	74
	รวม	2,321	2,096	2,265

จำนวนบ้านเรือน 13,437 หลังคา ชาย 10,973 คน หญิง 11,349 คน

รวมประชากรทั้งหมดในเขตเทศบาล 22,322 คน

ที่มา : สถิติทะเบียนราษฎร์ ข้อมูลวันที่ 30 เมษายน 2551

ลักษณะการใช้ที่ดิน

พื้นที่พักอาศัย	30%	พื้นที่พาณิชยกรรม	0.25%
พื้นที่ตั้งหน่วยงานรัฐ	0.50%	สวนสาธารณะ/นันทนาการ	0.05%
พื้นที่เกษตรกรรม	62%	พื้นที่อุตสาหกรรม	1.50%
พื้นที่ตั้งสถานศึกษา	0.50%	พื้นที่ว่าง	5.20%

1.3 สภาพปัญหาในพื้นที่ [23]

จังหวัดระยองเป็นจังหวัดที่รัฐบาลไทยกำหนดให้เป็นพื้นที่พัฒนาอุตสาหกรรมเคมีตามแผนแม่บทพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก (Eastern Seaboard) ของประเทศไทยนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 ซึ่งมีผลทำให้มีการขยายตัวของอุตสาหกรรมและมีประชากรแฝงเพิ่มมากขึ้นในพื้นที่ นับแต่นั้นมา ได้มีกรณีร้องเรียนเกี่ยวกับการเจ็บป่วยของประชาชนในพื้นที่จังหวัดระยองเนื่องจากมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมชุมชน ทั้งมลพิษในดิน ในน้ำและในอากาศ โดยเฉพาะพื้นที่ตำบลมาบตาพุด อำเภอเมือง จังหวัดระยองที่มีโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้และการผลิตสารเคมีอันตรายหลายชนิด ที่สำคัญได้แก่ สารประกอบอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compounds: VOCs) กรด ด่าง ก๊าซ และโลหะหนัก

ที่มา: สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดระยอง, 2550

จนกระทั่ง ในปี พ.ศ. 2550 ประชาชนใน 25 ชุมชนในพื้นที่เทศบาลเมืองมาบตาพุดได้ร้องเรียนต่อรัฐบาลเกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพเนื่องจากมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรมว่าทำให้ประชาชนป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ โรคภูมิแพ้ และโรคมะเร็ง

ด้วยเหตุผลดังกล่าว รัฐบาลไทยจึงได้มอบหมายให้รองนายกรัฐมนตรี (นายโฆสิต ปั้นเปี่ยมรัฐ) ซึ่งเป็นประธานการประชุมคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติเชิญประชุมหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อจัดทำ "แผนปฏิบัติการลดและขจัดมลพิษในพื้นที่จังหวัดระยอง ปี 2550-2554" ขึ้น เพื่อบูรณาการงานของหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อแก้ไขปัญหามลพิษและปัญหาสุขภาพของประชาชนในพื้นที่จังหวัดระยอง โดยกำหนดมาตรการในการดำเนินการทั้งสิ้น 5 มาตรการ ได้แก่

1. มาตรการลดปริมาณการปล่อยมลพิษทางอากาศ มลพิษทางน้ำ ขยะและกากเสียอุตสาหกรรมจากโรงงานอุตสาหกรรม

2. มาตรการบริหารจัดการมลพิษ ติดตามตรวจสอบ และกำกับดูแล

3. มาตรการการจัดการด้านการสาธารณสุขและอาชีวอนามัย

4. มาตรการกำหนดการพัฒนาเชิงพื้นที่ไม่ให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อม และสุขภาพอนามัย

5. มาตรการการมีส่วนร่วมในการป้องกันแก้ไขปัญหามลพิษ

โดยกำหนดให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดทำ"โครงการแก้ไขปัญหามลพิษและเสริมสร้างคุณภาพชีวิตในพื้นที่จังหวัดระยอง ปี 2550-2554" และได้มีประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 30 (พ.ศ.2550) เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 1 ปี ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพแห่งชาติ พ.ศ.2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 124 ตอนพิเศษ 143ง วันที่ 14 กันยายน พ.ศ.2550

มาตรฐานค่าสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 1 ปี[24]

สารมลพิษ	ค่ามาตรฐาน
1. เบนซีน (Benzene)	ไม่เกิน 1.7 มคก./ลบ.ม
2. ไวนิลคลอไรด์ (Vinyl Chloride)	ไม่เกิน 10 มคก./ลบ.ม
3. 1,2 – ไดคลอโรอีเทน (1,2 Dichloroethane)	ไม่เกิน 0.4 มคก./ลบ.ม
4. ไตรคลอโรเอทธิลีน (Trichloroethylene)	ไม่เกิน 23 มคก./ลบ.ม
5. ไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane)	ไม่เกิน 22 มคก./ลบ.ม
6. 1,2 – ไดคลอโรโพรเพน (1,2 – Dichlorpropane)	ไม่เกิน 4 มคก./ลบ.ม
7. เตตระคลอโรเอทธิลีน (Tetrachloroethylene)	ไม่เกิน 200 มคก./ลบ.ม
8. คลอโรฟอร์ม (Chloroform)	ไม่เกิน 0.43 มคก./ลบ.ม
9. 1,3 – บิวทาไดอีน (1,3 – Butadiene)	ไม่เกิน 0.33 มคก./ลบ.ม

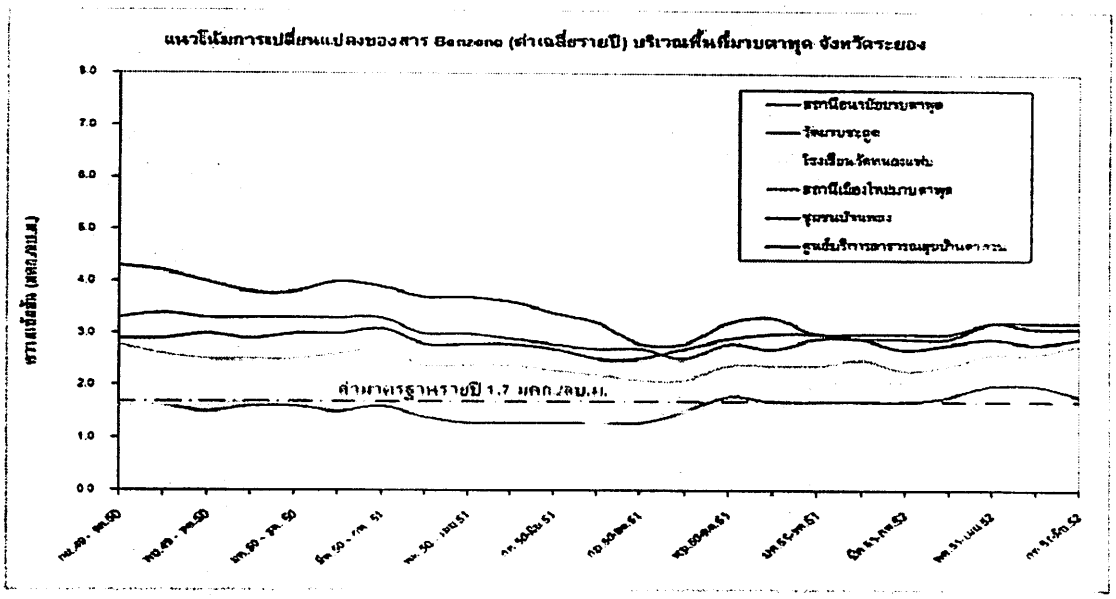
หมายเหตุ : 1.การหาค่าสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 1 ปี แต่ละชนิดให้นำผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างแบบต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมงของทุกๆเดือน (อย่างน้อยเดือนละหนึ่งครั้ง) มาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic Mean)

2.ในกรณีตัวอย่างอากาศที่เก็บมาตรวจวิเคราะห์ตามวรรคสองไม่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ให้เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ใหม่ภายใน 30 วัน นับแต่วันที่เก็บตัวอย่างที่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้

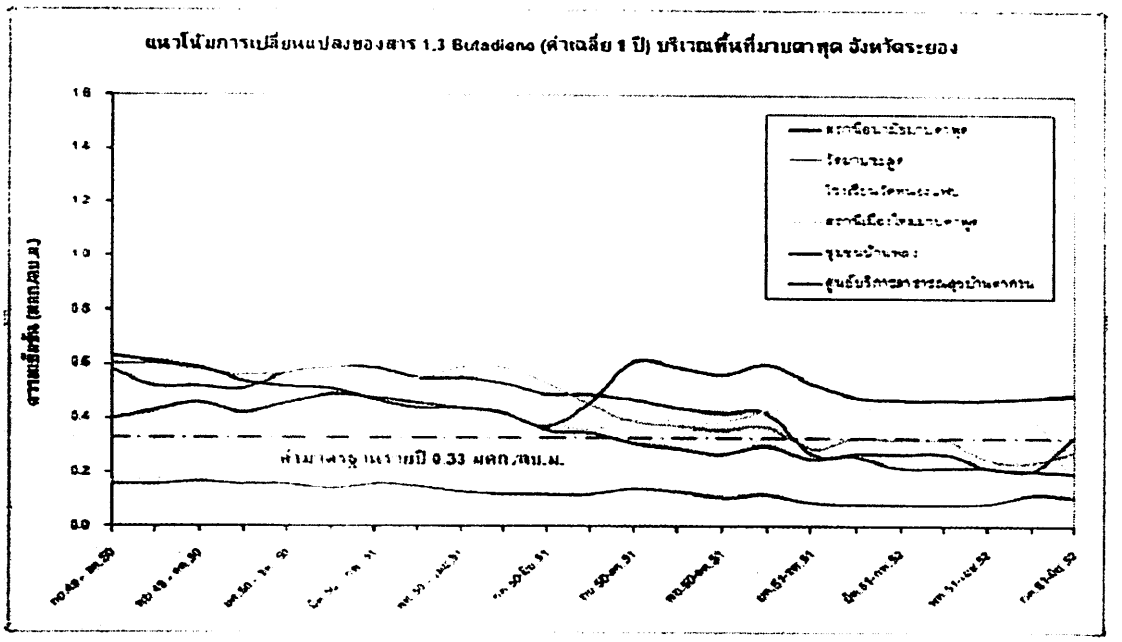
3.การคำนวณค่าสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 1 ปี แต่ละชนิดตามข้อ 1 ให้คำนวณผลที่ความดัน 1 บรรยากาศ หรือ 760 มิลลิเมตรปรอท และที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

จากข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งมีสถานีตรวจวัดสาร VOCs ในพื้นที่ 6 จุดรอบชุมชน ประกอบด้วย สถานีอนามัยมาบตาพุด สถานีเมืองใหม่ สถานีศูนย์บริการสาธารณสุขบ้านตากวน สถานีชุมชนบ้านพลง สถานีบ้านหนองแฟบ และสถานีมาบชลูด พบว่าผลการตรวจวัดปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศ ในพื้นที่มาบตาพุดตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึง มิถุนายน 2552 ได้นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยใน 1 ปีและเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ยังพบว่า สาร 1,3- Butadiene สาร 1,2-Dichloroethane และสาร Benzene มีค่าความเข้มข้นเกินค่ามาตรฐานเฉลี่ยรายปีอยู่ (ดังแผนภาพที่ 4.2)

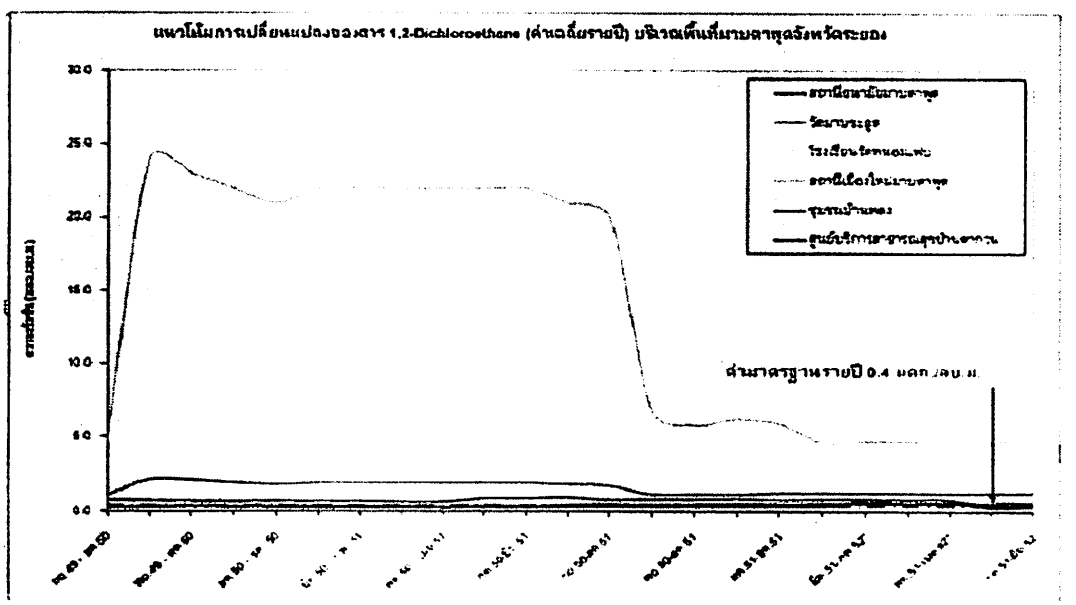
แผนภาพที่ 4.2 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสารเบนซีน(ค่าเฉลี่ยรายปี) บริเวณพื้นที่มาบตาพุด



แผนภาพที่ 4.3 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสาร1,3- Butadiene (ค่าเฉลี่ยรายปี) บริเวณพื้นที่มาบตาพุด



แผนภาพที่ 4.4 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสาร1,2-Dichloroethane (ค่าเฉลี่ยรายปี) บริเวณพื้นที่มาบตาพุด



ท่ามกลางมลพิษที่ยังไม่ได้รับการแก้ไข แต่ปรากฏว่ารัฐบาลก็ได้อนุมัติให้มีการก่อสร้างโรงงานเพิ่มเติมในพื้นที่นี้อีก 12 โครงการ และโรงไฟฟ้าถ่านหินของบริษัทโกลว์ อีก 1 แห่งด้วย ซึ่งการเดินหน้าขยายการลงทุนปิโตรเคมี เฟส 3 ดังกล่าว จึงเป็นการสวนกระแสและเมินคำทัดทานของชาวบ้านที่

เรียกร้องให้ลดมลพิษในพื้นที่ และหันมาสนับสนุนการลงทุนที่ไม่เป็นการทำลายสิ่งแวดล้อม และสุขภาพของชาวบ้านในพื้นที่ระยอง

จึงเป็นเหตุผลที่ชาวบ้านต้องเรียกร้องให้ประกาศเขตควบคุมมลพิษ

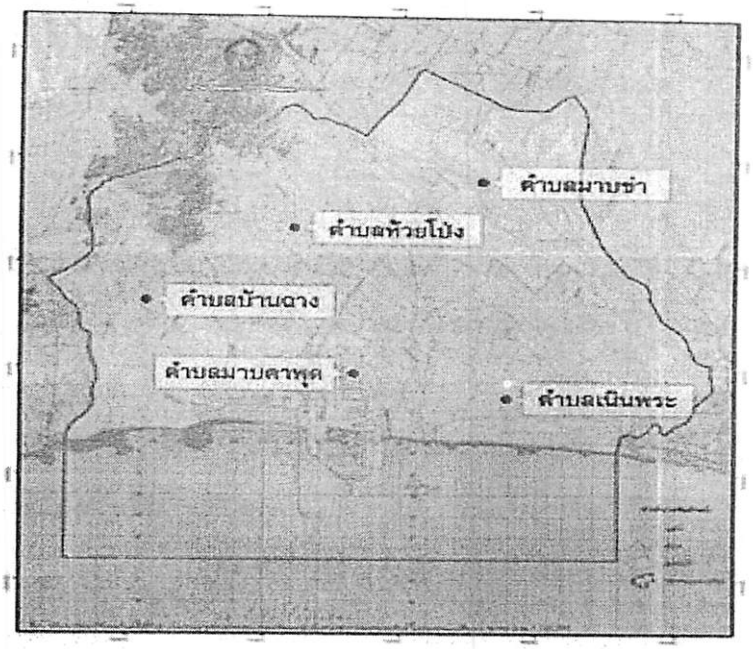
และในวันที่ 30 เมษายน 2552 นายกรัฐมนตรี (นายอภิสิทธิ์ เวชชาชีวะ) ลงนามในประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 32 (พ.ศ.2552) กำหนดพื้นที่เขตควบคุมมลพิษตามคำพิพากษาของศาลปกครองระยอง

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 32 (พ.ศ.2552) [25]

เรื่อง กำหนดให้ท้องที่เขตตำบลมาบตาพุด ตำบลห้วยโป่ง ตำบลเนินพระ และตำบลทับมา อำเภอเมืองระยอง จังหวัดระยอง ทั้งตำบล ตำบลมาบข่า อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง ทั้งตำบล และตำบลบ้านฉาง อำเภอบ้านฉาง จังหวัดระยอง ทั้งตำบล รวมทั้งพื้นที่ทะเลภายในแนวเขต เป็นเขตควบคุมมลพิษ

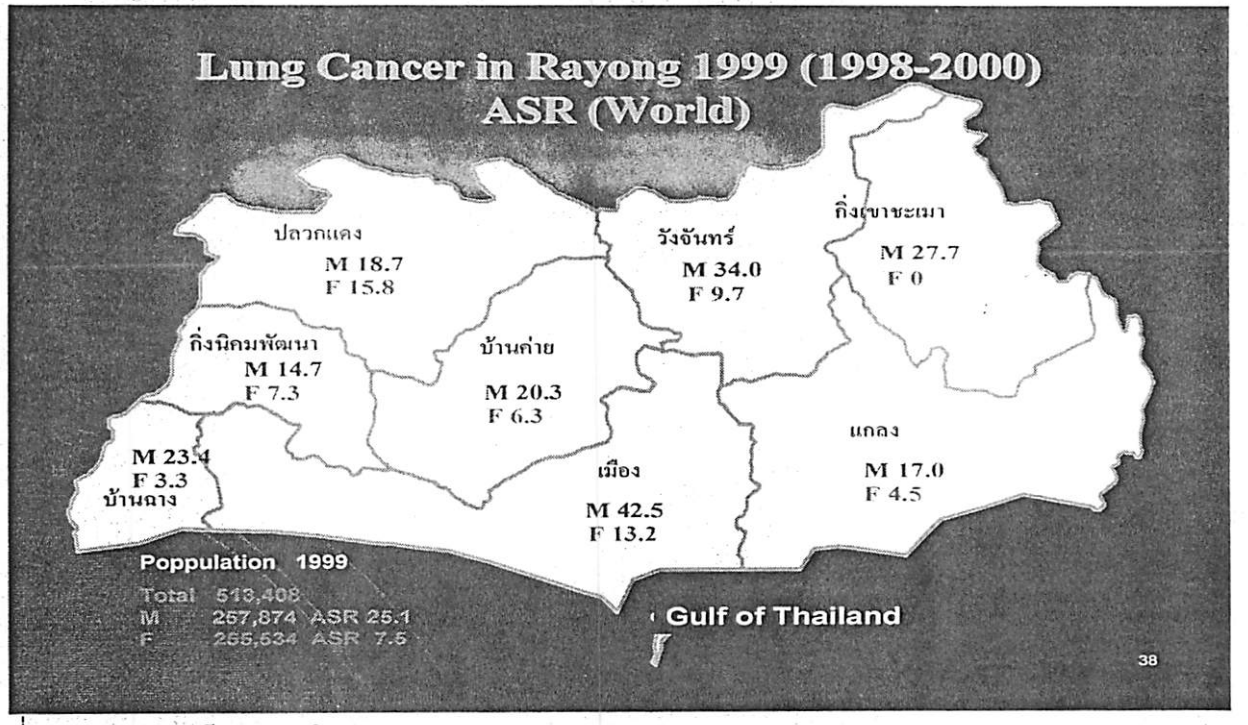
ด้วยคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติมีมติในการประชุม ครั้งที่ 1/2552 เมื่อวันที่ 16 มีนาคม 2552 เห็นชอบให้ใช้อำนาจประกาศกำหนดให้ท้องที่เขตเทศบาลเมืองมาบตาพุดและพื้นที่บริเวณใกล้เคียงเป็นเขตควบคุมมลพิษ เพื่อให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในท้องที่ที่ได้ประกาศกำหนดให้เป็นเขตควบคุมมลพิษจัดทำแผนปฏิบัติการ เสนอต่อผู้ว่าราชการจังหวัด และดำเนินการตามข้อกำหนดในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 ต่อไป

ดังนั้น เพื่อเป็นการกระจายอำนาจให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นผู้ควบคุมดูแล การจัดทำและดำเนินการตามแผนปฏิบัติการเพื่อลดและขจัดมลพิษ อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 59 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบมาตรา 33 มาตรา 38 มาตรา 41 และมาตรา 43 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้ โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย จึงกำหนดให้ท้องที่เขตตำบลมาบตาพุด ตำบลห้วยโป่ง ตำบลเนินพระ และตำบลทับมา อำเภอเมืองระยอง จังหวัดระยอง ทั้งตำบล ตำบลมาบข่า อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง ทั้งตำบล และตำบลบ้านฉาง อำเภอบ้านฉาง จังหวัดระยอง ทั้งตำบล รวมทั้งพื้นที่ทะเลภายในแนวเขตตามแผนที่ท้ายประกาศนี้ เป็นเขตควบคุมมลพิษเพื่อดำเนินการควบคุม ลด และขจัดมลพิษ ตามที่กำหนดไว้ในกฎหมายต่อไป



<u>ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน</u>

ในพื้นที่จังหวัดระยองและในพื้นที่เขตมาบตาพุดนั้น มีปัญหาสุขภาพประชากรด้วยโรคระบบทางเดินหายใจและโรคมะเร็งเป็นหลัก โดยสถาบันมะเร็งแห่งชาติรายงานว่า ในช่วงปี พ.ศ. 2541-2543 อัตราอุบัติการณ์ผู้ป่วยด้วยโรคมะเร็งในเขตอำเภอเมืองระยองสูงกว่าอำเภออื่นๆ โดยเฉพาะโรคมะเร็งปอด มะเร็งตับ มะเร็งหลอดอาหาร มะเร็งกระเพาะปัสสาวะ ลิวคีเมีย มะเร็งปากมดลูกและมะเร็งเต้านม



ที่มา: สถาบันมะเร็งแห่งชาติ, 2550

นอกจากนี้ยังพบว่า ในปีพ.ศ. 2544 - 2549 จังหวัดระยองมีผู้ป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจสูงกว่าระดับของประเทศ และเป็นกลุ่มโรคที่ประชาชนเข้ารับบริการสูงสุดเป็นอันดับหนึ่ง และมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยเฉพาะในโรงพยาบาลมาบตาพุด พบว่า มีอัตราการเข้ารับบริการที่แผนกผู้ป่วยนอกด้วยโรคระบบทางเดินหายใจสูงขึ้นในช่วงปี พ.ศ. 2547 – 2548 ในช่วงปี พ.ศ. 2549 สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดระยองได้รายงานว่ามีผู้เข้ารับบริการรักษาพยาบาลเกี่ยวกับโรคระบบทางเดินหายใจในสถานพยาบาลสูงเป็นอันดับหนึ่งในจังหวัดระยอง

ที่มา: สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดระยอง, 2550

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นบ่งชี้ได้ว่า ในจังหวัดระยองโดยเฉพาะพื้นที่มาบตาพุดมีปัญหาสุขภาพหลักเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจและโรคมะเร็ง ซึ่งอาจมีความเกี่ยวข้องกับมลพิษในพื้นที่ แต่ไม่อาจบ่งชี้ว่าโรคมะเร็งนั้นเป็นผลเนื่องมาจากมลพิษดังกล่าว เนื่องจากการเกิดมะเร็งนั้นมีหลายปัจจัยที่เป็นสาเหตุ ซึ่งมีความจำเป็นต้องมีการศึกษาเชิงลึกเฉพาะเรื่องหลายด้าน

ส่วนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของประชากร

ตารางที่ 4.1 จำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปของประชากร (n=411)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน(คน)	ร้อยละ
พื้นที่อยู่อาศัย		
มาบตาพุด	209	50.9
บ้านฉาง	202	49.1
เพศ		
ชาย	101	24.6
หญิง	310	75.4
อายุ		
น้อยกว่า 15 ปี	13	3.2
15-29	25	6.1
30-44	137	33.3
45-59	117	28.5
60 ปีขึ้นไป	119	29.0
Min= 6 Max= 94 Mean= 50.04 S.D.=16.04		
อาชีพ		
ไม่ได้ทำงาน แม่บ้าน	184	44.8
เกษตรกรรม ประมง	51	12.4
รับจ้างเกี่ยวข้องสารทำละลาย	10	2.4
รับจ้างไม่เกี่ยวข้องสารทำละลาย	141	34.3
รับราชการ นักศึกษา	25	6.1
การศึกษา		
ไม่ได้ศึกษา	35	8.5
ประถมศึกษา	270	65.7
มัธยมศึกษา	86	20.9
ปริญญาตรีหรือสูงกว่า	20	4.9

ตารางที่ 4.1(ต่อ) จำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปของประชากร (n=411)

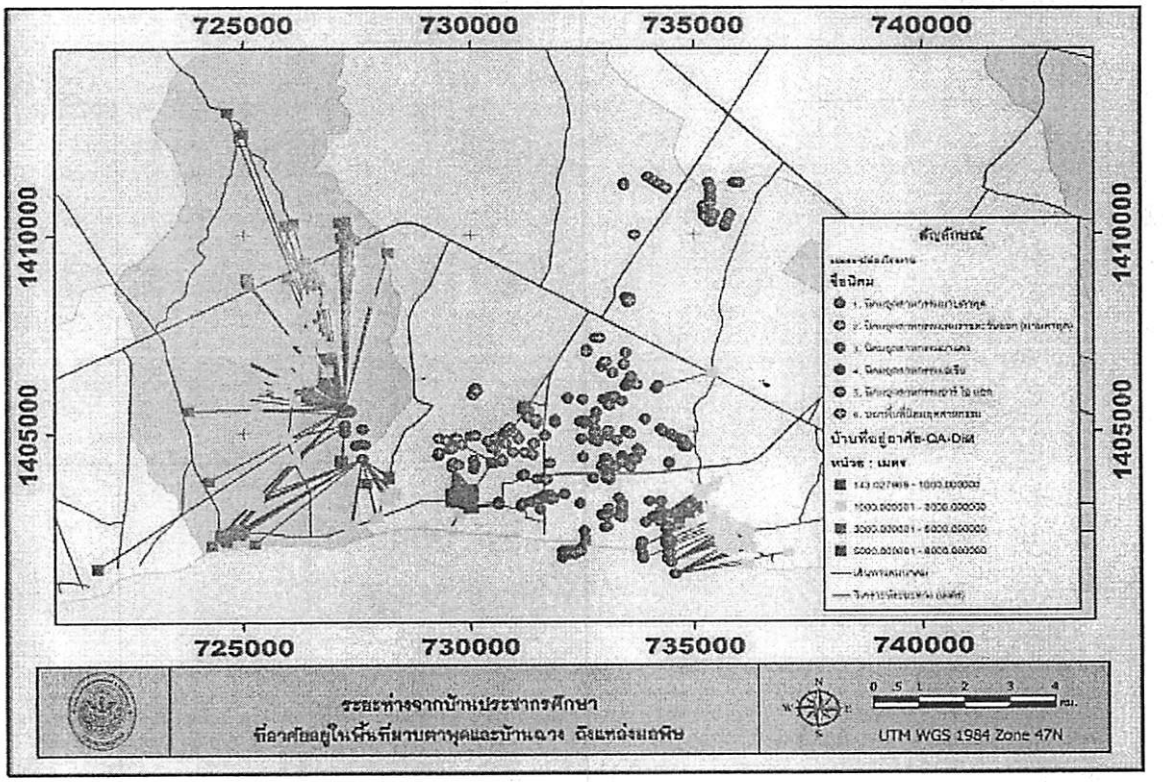
ข้อมูลทั่วไป	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ประวัติโรคประจำตัว		
มีโรคประจำตัว	94	22.9
ปฏิเสธการมีโรคประจำตัว	317	77.1
การสูบบุหรี่		
ไม่ได้สูบ	331	80.5
ปัจจุบันสูบ	56	13.6
เคยสูบ	24	5.8
การดื่มแอลกอฮอล์		
ไม่ดื่ม	328	79.8
ปัจจุบันดื่ม	73	17.8
เคยดื่ม	10	2.4

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ประชากรศึกษาอาศัยอยู่ในพื้นที่มาบตาพุดและบ้านฉางร้อยละ 50.9 และ 49.1 ตามลำดับ ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 75.4 มีอายุ 60 ปี ขึ้นไป และอายุ 45-59 ปี ร้อยละ 29.0 และ 28.5 ตามลำดับ อายุเฉลี่ย 50 ปี อายุน้อยสุด 6 ปี อายุมากสุด 94 ปี ส่วนใหญ่ไม่ได้ทำงาน ร้อยละ 44.8 การศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 65.7 ปฏิเสธการมีโรคประจำตัว ร้อยละ 77.1 ไม่สูบบุหรี่ร้อยละ 80.5 และไม่ดื่มแอลกอฮอล์ร้อยละ 79.8

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลระยะทางจากบ้านถึงแหล่งมลพิษของประชากรศึกษา (n=411)

ระยะทางจากบ้านถึงแหล่งมลพิษ(เมตร)	จำนวน(คน)	ร้อยละ
0 – 1000 เมตร	110	26.8
1001- 3000 เมตร	223	54.3
3001- 5000 เมตร	74	18.0
มากกว่า 5000 เมตร	4	1.0
ระยะใกล้สุด (Minimum) (เมตร)	143.027969	
ระยะไกลสุด (Maximum) (เมตร)	7930.084615	
ระยะทางเฉลี่ย (Mean) (เมตร)	1802.764662	
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1278.008905	
ค่าฐานนิยม (Mode) (เมตร)	581.56771	

จากตารางที่ 4.2 พบว่าระยะทางจากบ้านของประชากรศึกษา ถึงแหล่งมลพิษ ส่วนใหญ่มีระยะทาง 1001-3000 เมตร ร้อยละ 54.3 ระยะทางเฉลี่ย 1802.76 ±1278.00 เมตร ระยะทางใกล้สุด 143.02 เมตร ระยะทางไกลสุด 7903.08 เมตร



แผนภาพที่ 4.5 แผนที่เส้นระยะห่างจากบ้านประชากรศึกษาถึงแหล่งมลพิษ จำแนกตามระยะทาง

ส่วนที่ 2 ผลการตรวจระดับสาร t_1t- muconnic acid ในปัสสาวะ

ตารางที่ 4.3 ระดับสาร t_1t-muconic acid ในปัสสาวะ จำแนกตามพื้นที่

ระดับ t_1t-muconic acid ในปัสสาวะ (µgr./gr. Cr)	มาบตาพุด (n= 203)	บ้านฉาง (n= 199)	รวม (n= 402)
ไม่พบ	185 (91.1%)	155(77.9%)	340(84.6%)
พบ	18(8.9%)	44(22.1%)	62(15.4%)
1- 99	7(3.4%)	14(70%)	21(5.2%)
100-199	7(3.4%)	24(12.1%)	31(7.7%)
200-299	3(1.5%)	3(1.5%)	6(1.5%)
300-399	0	2(1.0%)	2(0.5%)
400-499	0	0	0
500 ขึ้นไป	1(0.5%)	1(0.5%)	2(0.5%)
ค่าต่ำสุด (Minimum)	0	0	0
ค่าสูงสุด (Maximum)	719	584	719
ค่าเฉลี่ย (Mean)	14.72	29.97	22.27
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	64.98	71.10	68.42

* ค่ามาตรฐานคนทำงาน = 500 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินิน[9]

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ประชากรมีค่าเฉลี่ยระดับสาร สาร t_1t-muconic acid ในปัสสาวะ 22.27 ± 68.42 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินิน ประชากรส่วนใหญ่ตรวจไม่พบสาร t_1t-muconic acid ในปัสสาวะ ร้อยละ 84.6 ส่วนกลุ่มที่ตรวจพบสาร t_1t-muconic acid ในปัสสาวะ มีร้อยละ 15.4 ในจำนวนนี้พบสาร t_1t-muconic acid ในปัสสาวะเกินค่ามาตรฐาน 500 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินิน จำนวน 2 ราย (ร้อยละ 0.5)

ส่วนที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับสาร t,t-muconnic acid ในปัสสาวะ

ตารางที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ

ปัจจัย	ระดับ t,t-muconic acid		Chi-square	df	p-value
	พบ	ไม่พบ			
พื้นที่อยู่อาศัย			13.512	1	.000**
มาบตาพุด	18(8.9)	185(91.1)			
บ้านฉาง	44(22.1)	155(77.9)			
เพศ			7.507	1	.006**
ชาย	24(24.0)	76(76.0)			
หญิง	38(12.6)	264(87.4)			
อายุ			6.059	4	.195
น้อยกว่า 15 ปี	0	13(100.0)			
15-29	3(12.0)	22(88.0)			
30-44	29(19.4)	108(80.6)			
45-59	15(11.3)	102(88.7)			
60 ปีขึ้นไป	24(17.4)	95(82.6)			
อาชีพ			15.783	4	.003**
ไม่ได้ทำงาน แม่บ้าน	19(10.4)	163(89.6)			
เกษตรกรรม ประมง	2(3.2)	33(70.2)			
รับจ้างเกี่ยวข้องสารทำละลาย	4(6.5)	6(60.0)			
รับจ้างไม่เกี่ยวข้องสารทำละลาย	22(35.5)	116(84.1)			
รับราชการ นักศึกษา	3(12.0)	22(88.0)			
การศึกษา			4.663	3	.198
ไม่ได้ศึกษา	1(3.0)	32(97.0)			
ประถมศึกษา	42(15.9)	222(84.1)			
มัธยมศึกษา	15(17.4)	71(82.6)			
ปริญญาตรีหรือสูงกว่า	4(21.1)	15(78.9)			

** p-value < 0.01

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ

ปัจจัย	ระดับ t,t-muconic acid		Chi-square	df	p-value
	พบ	ไม่พบ			
ประวัติโรคประจำตัว			1.896	1	.169
มีโรคประจำตัว	10(10.9)	82(89.1)			
ปฏิเสธการมีโรคประจำตัว	52(16.8)	258(83.2)			
การสูบบุหรี่			18.685	2	.000**
ไม่ได้สูบ	40(12.3)	285(87.7)			
ปัจจุบันสูบ	19(35.2)	35(64.8)			
เคยสูบ	3(13.0)	20(87.0)			
การดื่มแอลกอฮอล์			.770	2	.680
ไม่ได้ดื่ม	47(14.7)	273(85.3)			
ปัจจุบันดื่ม	13(17.8)	60(82.2)			
เคยดื่ม	2(22.2)	7(77.8)			
ระยะทางจากบ้านถึงแหล่งมลพิษ			10.327	2	0.006**
0 – 1000 เมตร	9(8.4)	98(91.6)			
1001- 3000 เมตร	45(20.7)	172(79.3)			
มากกว่า 3000 เมตร	8(10.3)	70(89.7)			

** p-value < 0.01

จากตารางที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ พบว่าปัจจัยด้านที่อยู่อาศัย เพศ อาชีพ พฤติกรรมการสูบบุหรี่ และระยะทางจากบ้านถึงแหล่งมลพิษมีความสัมพันธ์กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)

ส่วนที่ 4 การกำหนดระดับเสี่ยงการได้รับสัมผัสสาร VOCs

การตรวจเพื่อประเมินการสัมผัสสาร VOCs ของประชาชนนั้น โดยการตรวจ trans, trans-muconic acid ซึ่งเป็น open-ring metabolite ของเบนซีน ในปัสสาวะ เพื่อเป็นการสะท้อนถึงการรับสัมผัสที่สารเบนซีนเข้าสู่ร่างกาย เนื่องจากพื้นที่ศึกษาทั้งหมดอยู่ในพื้นที่ประกาศเป็นเขตควบคุมมลพิษตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 32 (พ.ศ.2552) [7] ลงวันที่ 30 เมษายน 2552 ประกอบกับปัจจุบันยังไม่มีเกณฑ์มาตรฐานหรือค่าปกติของประชากรทั่วไป มีแต่เกณฑ์ค่ามาตรฐานคนทำงาน ที่กำหนดโดย American Conference of Governmental Industril Hygienists (ACGIH) จึงกำหนดเกณฑ์ระดับเสี่ยง ดังนี้

ระดับเสี่ยงต่ำ หมายถึง ตรวจไม่พบสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะ

ระดับเสี่ยงปานกลาง หมายถึง ตรวจพบสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะไม่เกิน 500 ไมโครกรัม /กรัมครีเอตินิน

ระดับเสี่ยงสูง หมายถึง ตรวจพบสาร t,t- muconic acid ในปัสสาวะเกิน 500 ไมโครกรัม /กรัมครีเอตินิน

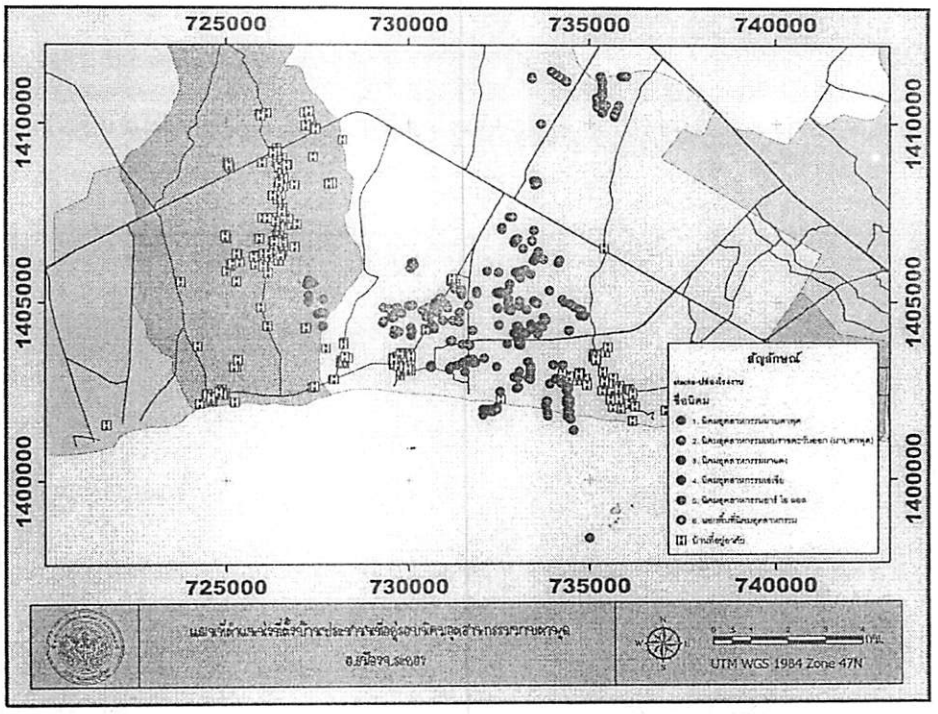
ตารางที่ 4.5 จำนวนและร้อยละระดับเสี่ยงการได้รับสัมผัสสาร VOCs

ระดับความเสี่ยง	พื้นที่มาบตาพุด (n= 203)	พื้นที่บ้านฉาง (n= 199)	รวม (n= 402)
ต่ำ	185 (91.1%)	155(77.9%)	340(84.6%)
ปานกลาง	17(8.4%)	43(21.6%)	60(14.9%)
สูง	1(0.5%)	1(0.5%)	2(0.5%)

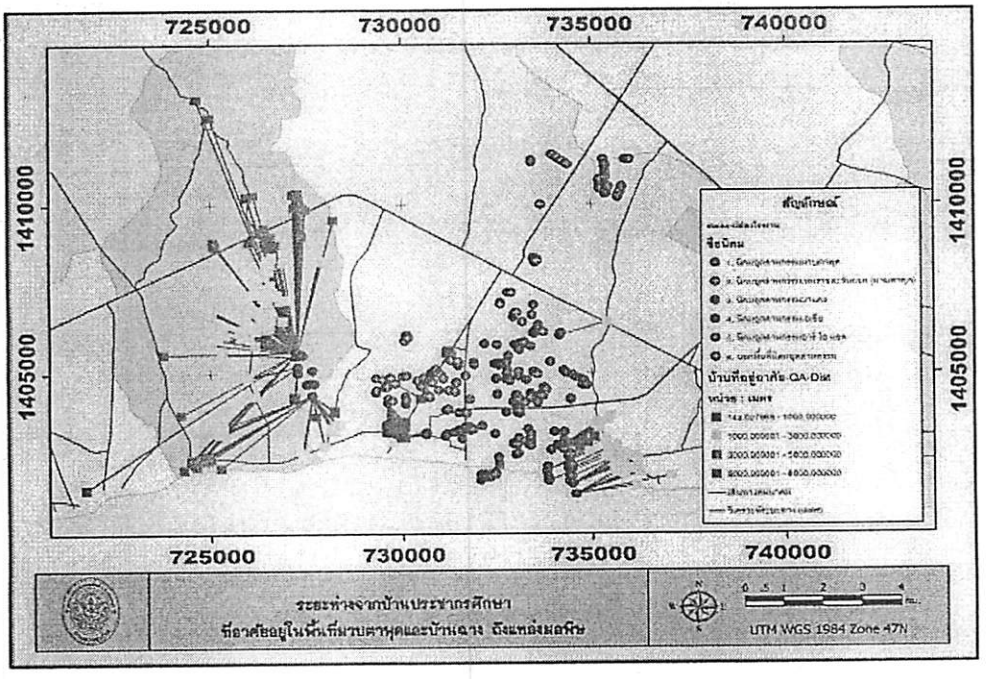
จากตารางที่ 4.5 ประชากรศึกษาส่วนใหญ่มีระดับความเสี่ยงเพื่อการเฝ้าระวังการรับสัมผัสสาร VOCs ดังนี้ ระดับเสี่ยงต่ำ ร้อยละ 84.6 ระดับความเสี่ยงปานกลางร้อยละ 14.9 ระดับความเสี่ยงสูงร้อยละ 0.5

ส่วนที่ 5 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการเฝ้าระวังสารVOCs

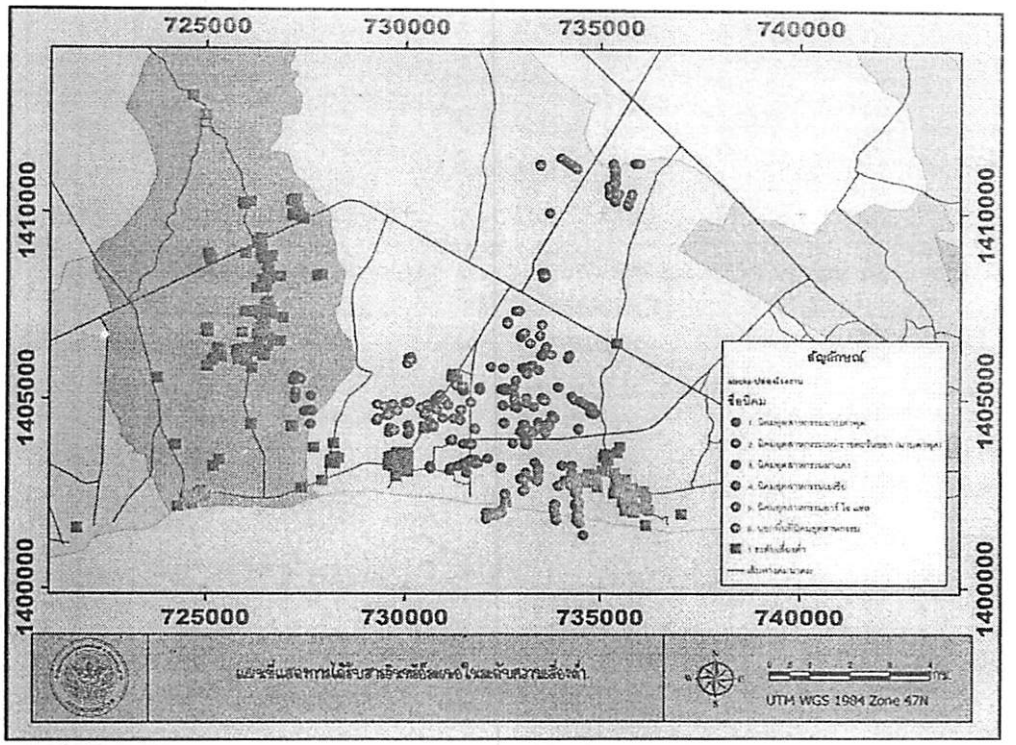
ในการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการเฝ้าระวังโรคจากสารอินทรีย์ระเหยง่าย ซึ่งในที่นี้หมายถึงสาร benzene โดยการตรวจ trans, trans- muconic acid ซึ่งเป็น open-ring metabolite ของเบนซีน ในปัสสาวะ โดยสามารถให้แสดงข้อมูลได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด ได้ดังนี้



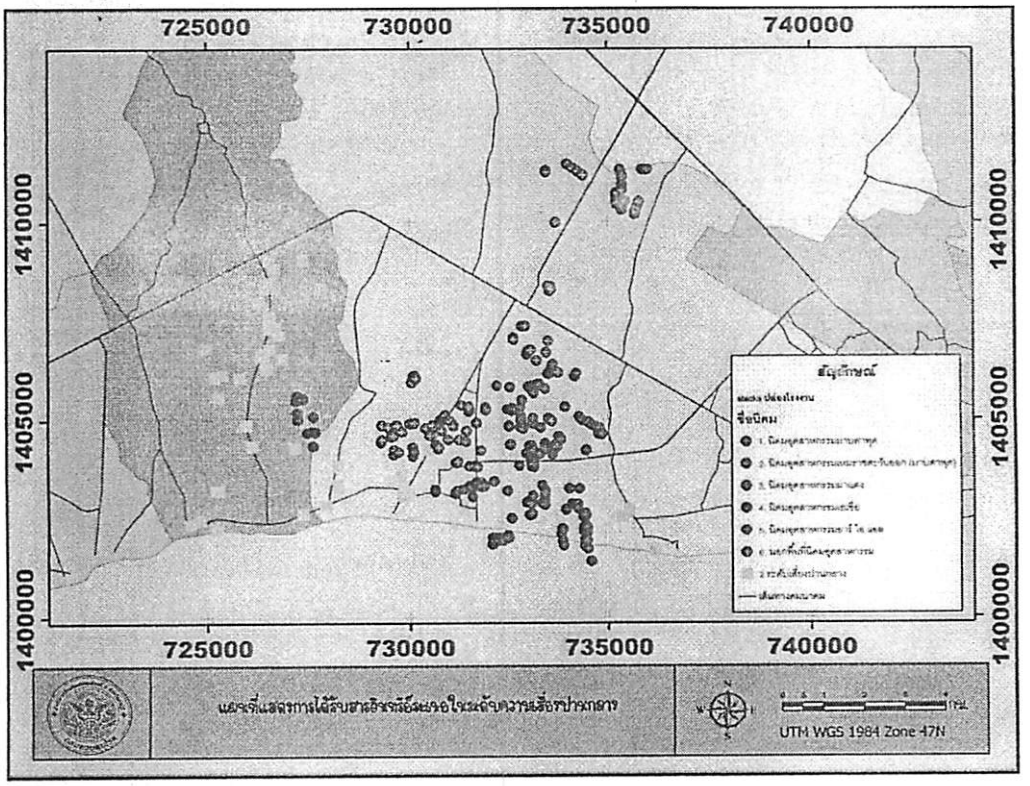
แผนภาพที่ 4.6 แผนที่ตำแหน่งบ้านของประชากรศึกษาที่อยู่รอบนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง



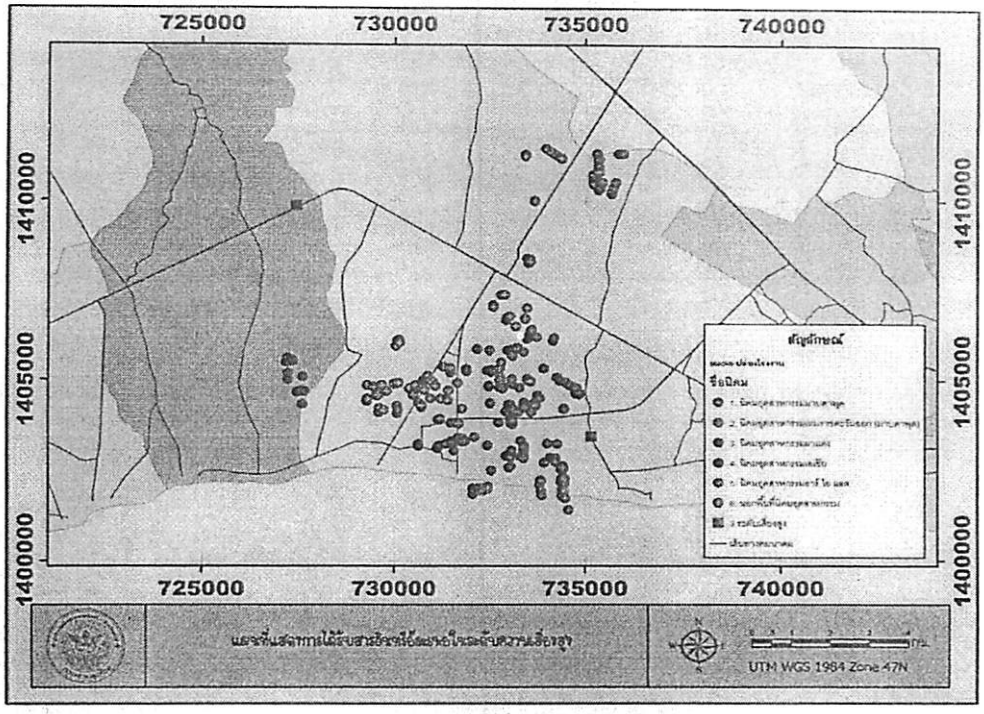
แผนภาพที่ 4.7 แผนที่เส้นระยะห่างจากบ้านประชากรศึกษาถึงแหล่งมลพิษ จำแนกตามระยะทาง



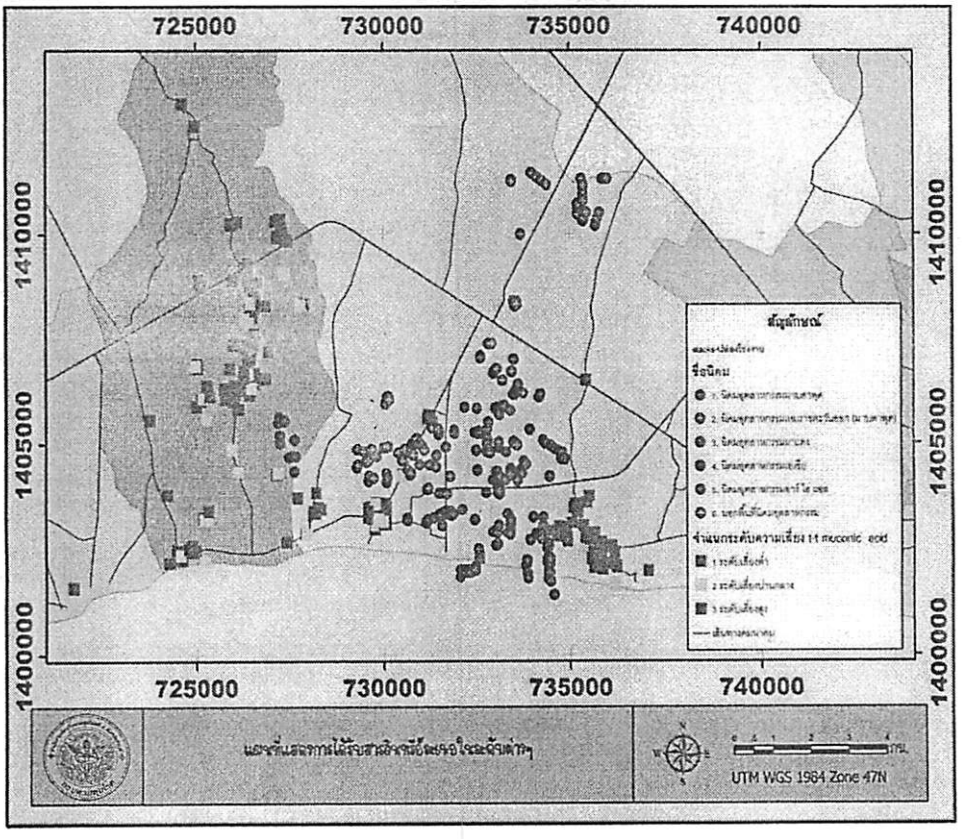
แผนภาพที่ 4.8 แผนที่แสดงการได้รับสารอินทรีย์ระเหยในระดับเสี่ยงต่ำ



แผนภาพที่ 4.9 แผนที่แสดงการได้รับสารอินทรีย์ระเหยในระดับเสี่ยงปานกลาง



แผนภาพที่ 4.10 แผนที่แสดงการได้รับสารอินทรีย์ระเหยในระดับเสี่ยงสูง



แผนภาพที่ 4.11 แผนที่แสดงการได้รับสารอินทรีย์ระเหยในระดับต่างๆ

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดทำแผนที่ความเสี่ยงสุขภาพ กรณีการเฝ้าระวังสารเบนซีน จังหวัดระยอง ระหว่างเดือน มกราคม 2552 ถึงเดือน กันยายน 2552 โดยการใช้ข้อมูลพื้นฐานของโรงพยาบาลจากโครงการเฝ้าระวังสาร VOCs จ.ระยอง ปี 2552 ประยุกต์ร่วมกับข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

สรุปผลการศึกษา

ประชากรศึกษา อาศัยอยู่ในพื้นที่มาบตาพุดและบ้านฉาง ร้อยละ 50.9 และ 49.1 ตามลำดับ ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 75.4 มีอายุ 60 ปี ขึ้นไป และอายุ 45-59 ปี ร้อยละ 29.0 และ 28.5 ตามลำดับ อายุเฉลี่ย 50 ปี อายุน้อยสุด 6 ปี อายุมากสุด 94 ปี ส่วนใหญ่ไม่ได้ทำงาน ร้อยละ 44.8 การศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 65.7 ปฏิเสธการมีโรคประจำตัว ร้อยละ 77.1 ไม่สูบบุหรี่ร้อยละ 80.5 และไม่ดื่มแอลกอฮอล์ร้อยละ 79.8 ระยะทางจากบ้านของประชากรศึกษา ถึงแหล่งมลพิษ ส่วนใหญ่มีระยะทาง 1001-3000 เมตร ร้อยละ 54.3 ระยะทางเฉลี่ย 1802.76 ±1278.00 เมตร ระยะทางใกล้สุด 143.02 เมตร ระยะทางไกลสุด 7903.08 เมตร

ผลการตรวจวิเคราะห์สาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะ พบว่า ประชากรมีค่าเฉลี่ยระดับสาร สาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะ 22.27 ± 68.42 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินิน โดยส่วนใหญ่ตรวจไม่พบสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะ ร้อยละ 84.6 ส่วนกลุ่มที่ตรวจพบสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะ มีร้อยละ 15.4 ในจำนวนนี้พบสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะเกินค่ามาตรฐาน 500 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินิน จำนวน 2 ราย (ร้อยละ 0.5)

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ พบว่าปัจจัยด้านอาชีพ พฤติกรรมการสูบบุหรี่ พื้นที่อยู่อาศัย และระยะห่างจากบ้านถึงแหล่งมลพิษ มีความสัมพันธ์กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)

สำหรับการกำหนดระดับเสี่ยงเพื่อการเฝ้าระวังผลกระทบจากการได้รับสาร VOCs โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในเชื่อมโยงและผสมผสานข้อมูลทั้งเชิงพื้นที่และเชิงบรรยาย พบว่าประชากรศึกษามีระดับเสี่ยงต่ำ ร้อยละ 84.6 ระดับความเสี่ยงปานกลางร้อยละ 14.9 ระดับความเสี่ยงสูงร้อยละ 0.5

อภิปรายผล

จากการศึกษาระดับสาร t,t-muconic acid ซึ่งเป็น metabolite ของเบนซีนในปัสสาวะ ของประชาชนในพื้นที่มาบตาพุด และบ้านฉาง จ.ระยอง พบว่ามีค่าเฉลี่ย 22.27 ± 68.42 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินิน โดยร้อยละ 84.6 ตรวจไม่พบสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะ ส่วนกลุ่มที่ตรวจพบสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะ มีร้อยละ 15.4 ในจำนวนนี้พบสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะเกินค่ามาตรฐาน 500 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินิน จำนวน 2 ราย(ร้อยละ 0.5) ซึ่งถ้าจะพิจารณาเกณฑ์โดยใช้ค่ามาตรฐาน ACGIH ที่กำหนดไว้ 500 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินิน[9] ถือว่าประชากรส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย อย่างไรก็ตาม เกณฑ์ค่ามาตรฐานนี้ เป็นการบอกถึงระดับของสารในร่างกายจากการสัมผัสในการทำงานว่าอยู่ในระดับ***ที่ไม่ทำอันตรายต่อคนงาน***นั้นๆ คนงานมักจะเป็นคนในวัยทำงาน และส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีภาวะสุขภาพร่างกายที่แข็งแรง สมบรูณ์มากกว่าชาวบ้าน ซึ่งมีทั้งเด็ก สตรี และคนสูงอายุ แต่จากการศึกษานี้ประชากรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 75.4 มีอายุ 60 ปี ขึ้นไป และอายุ 45-59 ปี ร้อยละ 29.0 และ 28.5 ตามลำดับ อายุเฉลี่ย 50 ปี อายุน้อยสุด 6 ปี อายุมากสุด 94 ปี ไม่ได้ทำงาน ร้อยละ 44.8 ไม่สูบบุหรี่ร้อยละ 80.5 และไม่ดื่มแอลกอฮอล์ร้อยละ 79.8 ส่วนใหญ่อาศัยมานานมากกว่า 20 ปี ร้อยละ 55.5 ช่วงเวลาการอยู่บ้านตลอดวัน ร้อยละ 84.7 ระยะเวลาอยู่บ้านมากกว่า 12 ชั่วโมง ร้อยละ 91 จากข้อมูลนี้ย่อมแสดงให้เห็นว่าประชากรศึกษานี้เป็นชาวบ้านที่อาศัยอยู่ดั้งเดิมในพื้นที่นี้ ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง สูงวัยและเด็ก ไม่เหมาะที่จะใช้เกณฑ์มาตรฐานสำหรับคนงานในขณะที่พื้นที่บริเวณนี้ได้มีการร้องเรียนในเรื่องปัญหามลพิษ ปัญหาผลกระทบต่อสุขภาพมาตลอดจนเป็นปัญหาระดับประเทศ และเครือข่ายประชาชนได้มีการเรียกร้องให้ประกาศเป็นเขตควบคุมมลพิษมาตลอดตั้งแต่ปี 2549 จนในวันที่ 30 เมษายน พ.ศ.2552 ได้ประกาศเป็นเขตควบคุมมลพิษตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 32(พ.ศ. 2552)[17] นั่นแสดงว่า พื้นที่นี้ตามประกาศเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการได้รับมลพิษ ดังนั้นประชาชนในพื้นที่ตามประกาศย่อมเสี่ยงต่อการได้รับมลพิษในระดับหนึ่งทุกคน ถึงแม้จะตรวจไม่พบสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะ ณ วันที่ทำการตรวจ ก็ควรต้องได้รับความสำคัญในการเฝ้าระวังดูแลสุขภาพในระยะยาว เนื่องจากในมนุษย์ค่าครึ่งชีวิตของเบนซีน คือ 1-2 วัน[18]

สำหรับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการเฝ้าระวังสารอินทรีย์ระเหย ในพื้นที่ จ.ระยอง สามารถแสดงให้เห็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสุขภาพและสิ่งแวดล้อมให้เป็นที่เข้าใจง่าย เช่น การทำแผนที่เพื่อแสดงระดับความเสี่ยงเพื่อการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพ อีกทั้งยังสามารถให้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์วิเคราะห์ระยะห่าง (ระยะขจัด) จากปล่องของโรงงานอุตสาหกรรมไปยังบ้านของประชาชนที่ใกล้ที่สุด โดยสามารถกำหนดเงื่อนไขในการแสดงข้อมูลได้ ซึ่งจะมีความถูกต้อง แม่นยำมากกว่าการซักถามหรือประเมินระยะทางด้วยสายตา พบว่าระยะห่างจากบ้านถึงแหล่งมลพิษมีความสัมพันธ์กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ ($p<0.01$) ดังนั้นการใช้ระยะห่างจากบ้านถึงแหล่งมลพิษ เป็นส่วนประกอบหนึ่งที่จะระบุถึงการได้รับสารเคมีก็น่าจะใช้ได้ แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น ชนิด/ปริมาณของสารเคมี ทิศทางลม สภาพภูมิอากาศ เป็นต้น

ดังนั้น การนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในงานสาธารณสุข โดยเฉพาะในงานเฝ้าระวังโรคที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม นับว่ามีประโยชน์มากสามารถ นำมาเชื่อมโยงและผสมผสานข้อมูลทั้งเชิงพื้นที่และเชิงบรรยาย เพื่อนำมาดัดแปลง แก้ไข วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลให้เห็นความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ แสดงข้อมูลได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด แต่ทั้งนี้ผู้ใช้โปรแกรมต้องเป็นผู้มีความรู้หรือมีประสบการณ์ในการใช้งานโปรแกรมได้ดีระดับหนึ่ง

ข้อเสนอแนะ

1. สสจ.และโรงพยาบาลในพื้นที่ควรมีการวางแผนร่วมกันในจัดเก็บข้อมูลสุขภาพต่างๆ เพื่อการเฝ้าระวังอย่างเป็นระบบและต่อเนื่องในระยะยาว โดยจัดลำดับความสำคัญของกลุ่มเป้าหมาย เช่น หญิงมีครรภ์ หญิงให้นมบุตร เด็ก ผู้ป่วยโรคเลือดและโรคตับบางชนิด เป็นต้น ร่วมกับลำดับความสำคัญของพื้นที่เสี่ยงเพื่อเฝ้าระวังผลกระทบในระยะยาว ซึ่งควรพิจารณาใช้การตรวจความผิดปกติของเม็ดเลือดแดงมาพิจารณาประกอบ เพื่อช่วยการวินิจฉัยบ่งบอกถึงผลกระทบต่อสุขภาพประชาชน

2. เนื่องจากโรคจากสิ่งแวดล้อม ต้องอาศัยความรู้และการทำงานจากสหวิชาชีพ ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีประสานงาน และร่วมทำงานกันในรูปแบบเครือข่ายการทำงานทั้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและชุมชนในพื้นที่ จะทำให้การดำเนินงานประสบความสำเร็จและมีประสิทธิภาพ

3. การนำความรู้ด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในโรคจากสิ่งแวดล้อม จะสามารถแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ในมุมมองเชิงพื้นที่ได้ง่ายขึ้น และช่วยประกอบการตัดสินใจในการวางแผนป้องกันควบคุมโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

4. ควรมีการพัฒนาองค์ความรู้ของบุคลากร ทางด้านระบาดวิทยาสิ่งแวดล้อม การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งมีความจำเป็นต่อการดำเนินการเฝ้าระวังโรคจากสิ่งแวดล้อม

รายการอ้างอิง

1. ภัยร้ายที่มาพร้อมกับอุตสาหกรรม มลพิษคุกคามสุขภาพที่มาบตาพุด. บางกอกโพสต์ วันที่ 1 เมษายน 2551. แหล่งข้อมูล : http://teenet.tei.or.th/NEWS/apr08_02.html
2. กรรชิต คุณาวุฒิ. โรคพิษตัวทำละลาย. ใน: คู่มือการวินิจฉัยและการเฝ้าระวังโรคจากการประกอบอาชีพเล่มที่ 1 . กองอาชีวอนามัย กรมอนามัย , กระทรวงสาธารณสุข: หน้า 200-15.
3. กรรชิต คุณาวุฒิ. โรคพิษเบนซีน. ใน: คู่มือการวินิจฉัยและการเฝ้าระวังโรคจากการประกอบอาชีพเล่มที่ 1 . กองอาชีวอนามัย กรมอนามัย , กระทรวงสาธารณสุข: หน้า 216-20.
4. Volatile Organic Compounds; VOCs Control and Volatile Organic Compounds; URL:http://www.Volatile Organic Compounds.com ™
5. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มาตรฐานค่าสารอินทรีย์ระเหยง่าย.แหล่งข้อมูล :http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_airsnd01.html
6. สุเพชร จิรขจรกุล. คู่มือประกอบการฝึกอบรม การใช้ระบบสารสนเทศเพื่อจัดทำแผนที่ความเสี่ยงด้านสุขภาพในระบบ GIS ในเรื่องการเฝ้าระวังสารอินทรีย์ระเหย; 15-17 มิถุนายน 2552; ณ โรงแรมสตาร์ จ.ระยอง. 2552.
7. ประกาศเขตควบคุมมลพิษ คลุม"มาบตาพุด" 3 อำเภอ "ระยอง" . หนังสือพิมพ์มติชนรายวัน วันที่ 6 พฤษภาคม 2552 . แหล่งข้อมูล: http://www.matichon.co.th/matichon/view_news.php?
8. ทรงวุฒิ ศรีสว่าง, นพพร จรุงเกียรติ และศรินญา ภู่ผาจิตต์. ภัยอันตรายจากสารอินทรีย์ไอระเหยและการจัดการกับสารประกอบอินทรีย์ระเหยที่เป็นตัวทำละลาย. แหล่งข้อมูล :http://monitor.onep.go.th/document/voc.htm
9. กรรชิต คุณาวุฒิ. เบนซีน. ใน: วิลาวัลย์ จึงประเสริฐ, สุรจิต สุนทรธรรม, บรรณาธิการ . อาชีวเวชศาสตร์ ฉบับ พิษวิทยา . พิมพ์ครั้งที่ 1 . บริษัท ไซเบอร์ เพรส จำกัด; 2542. หน้า 112-7
10. สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือการประเมินความเสี่ยงจากการทำงานของบุคลากรในโรงพยาบาล. พิมพ์ครั้งที่ 1 . กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด; 2550.
11. ACGIH[R]. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices 2007 .
12. สมเกียรติ ศิริรัตนพฤกษ์และคณะ. รายงานการศึกษาวิจัยเรื่อง การประเมินผลและพัฒนาระบบเฝ้าระวังโรคจากสิ่งแวดล้อม. 2551.
13. ศูนย์วิจัยภูมิศาสตร์สารสนเทศเพื่อประเทศไทย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย(2548). *ความหมายของคำว่า "ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) GIS"*. วันที่สืบค้นข้อมูล 15 สิงหาคม 2552, แหล่งข้อมูล http://www.gisthai.org/about-gis/gis.html.

14. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. แหล่งข้อมูล http://www.gis2me.com/th.

15. พนิดา นวสัมฤทธิ์,มธุรส รุจิรวัฒน์ และ ศาสตราจารย์ ดร. สมเด็จพระเจ้าลูกเธอเจ้าฟ้าจุฬาภรณ์ วลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี . ผลกระทบของการได้รับสารเบนซีนในสิ่งแวดล้อมและจากการประกอบอาชีพในประเทศไทย. แหล่งข้อมูล :http://www.scisoc.or.th/stt/31/sec_h/paper/stt31_H0039.pdf

16. Indaratna K. Hutubessy R. Application of Geographical Information Systems to Co-analysis of disease and Economic Resources: Denque and Malaria in Thailand. Faculty of Economica Chulalongkorn University. Southeast Asian J Trop Med Public Health.Dec; 29(4) ;667-8;1998.

17. Ricketts TC. Geographic Information Systems and Public Health . Annu Rev Public Health 2003;1-6.

18. Geoffy M.Jacquez Spatial analysis in Epidemiology Nascent& science or a Failure of GIS. BioMedware.Inc 516 North State Street, Ann Arbor, USA. MI 48104-1236.

19. สมตระกูล ราศิริ. การป้องกันควบคุมโรคมาลาเรียตำบลวังนกแอ่น อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโรค เอกสารประกอบการสัมมนา, ม.ป.ท; 2542.

20. เทศบาลเมืองมาบตาพุด. แหล่งข้อมูล: :http://www.maptaphutcity.go.th/default.php?modules=videomulti#.

21. จำนวนโรงงานและแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่มาบตาพุด. แหล่งข้อมูล : http://www.onep.go.th/eia/page2/Index_EIA002.html

22. เทศบาลเมืองบ้านฉาง. แหล่งข้อมูล: http://www.banchangcity.go.th/home.html

23. นลินี ศรีพวง. สรุปการดำเนินงานโครงการแก้ไขปัญหามลพิษและเสริมสร้างคุณภาพชีวิตในพื้นที่จังหวัดระยอง (มาบตาพุด)ปี 2550-2551.แหล่งข้อมูล: http://www.envocc.org/downloads/Maptapud/MaptapudSummary.doc

24. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. การดำเนินการแก้ไขปัญหามลพิษมาบตาพุด(VOCs)แหล่งข้อมูล: http://www.pcd.go.th/Info_serv/pol_maptapoot_airvocs.html#

25. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.แหล่งข้อมูล: http://www.onep.go.th/index.php?option=com_content&task=view&id=615&Itemid=85

26. เบนซีน .แหล่งข้อมูล: http://msds.pcd.go.th/searchName.asp?vID=2413