

Original Article

นิพนธ์ต้นฉบับ

# การรับสัมผัสสารเบนซีนและผลกระทบต่อสุขภาพ ของประชาชนจากมลพิษสิ่งแวดล้อม ในเขตควบคุมมลพิษมาบตาพุดจังหวัดระยอง

ศุภชัย เอี่ยมกุลารพษ์

โรงพยาบาลมาบตาพุด ระยอง

## บทคัดย่อ

การศึกษาภาคตัดขวาง (cross-sectional study) ครั้งนี้ เพื่อประเมินการรับสัมผัสสารเบนซีนและผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนจากมลพิษสิ่งแวดล้อม จังหวัดระยอง เก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ 1) แบบสัมภาษณ์ 2) เจาะเลือดตรวจหาความสมบูรณ์ของเลือด การทำงานของไต การทำงานของตับ 3) เก็บปัสสาวะตรวจระดับกรดมิวโคติก (ดัชนีชี้วัดการรับสัมผัสสารเบนซีน) และ 4) กำหนดพิกัดด้วยสัญญาณดาวเทียม GPS เก็บข้อมูลในระยะเดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม 2553 จำนวน 10,238 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ประชาชน และนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลแยกกลุ่มโดยใช้สถิติ chi square และหาความเสี่ยง ด้วย odds ratio และ 95%CI

การศึกษาในประชาชน 6,733 คนพบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 72.6 อายุเฉลี่ยเท่ากับ 46 ปี อาศัยอยู่ในตำบลเนินพระ (21.7%) และตำบลมาบตาพุดมากที่สุด (21.4) โดยเฉลี่ยอาศัยอยู่ห่างจากขอบนิคมอุตสาหกรรม 5.12 กิโลเมตร ผลตรวจทางห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ปกติ เมื่อเปรียบเทียบการรับสัมผัสสารเบนซีนพบว่า ระดับกรดมิวโคติกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในปัจจุบัน ระยะห่างจากนิคมอุตสาหกรรมถึงบ้าน เพศ อายุ การทำงานสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย การสูบบุหรี่ การดื่มแอลกอฮอล์ และการศึกษาในนักเรียน 3,505 คนพบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 50.8 อายุเฉลี่ย 13 ปี อาศัยอยู่ในตำบลมาบตาพุดมากที่สุด (32.4%) รองลงมาคือ ตำบลห้วยโป่ง (30.2%) อยู่ในพื้นที่เขตควบคุมมลพิษมากกว่า 10 ปี กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษา ร้อยละ 82.7 ผลตรวจทางห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่เป็นปกติ เมื่อเปรียบเทียบการรับสัมผัสสารเบนซีนพบว่า ระดับกรดมิวโคติกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในปัจจุบัน ระยะห่างจากนิคมอุตสาหกรรมถึงโรงเรียน เพศ อายุ

ดังนั้นขอแนะนำจึงควรมีนโยบายการปรับลดการระบายสารมลพิษจากแหล่งกำเนิด เข้มงวดกับการตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ระบายออก และควบคุมที่แหล่งกำเนิด จัดทำเขตแนวกันชน (buffer zone) อย่างจริงจังและชัดเจนมากขึ้น

## คำสำคัญ:

เบนซีน, ผลกระทบต่อสุขภาพ, มาบตาพุด, ประชาชน, นักเรียน

## บทนำ

ประเทศไทยมีการพัฒนาประเทศเข้าสู่อุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง ตามนโยบายการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของแผนเศรษฐกิจแห่งชาติฉบับที่ 5<sup>(1)</sup> ซึ่ง

พื้นที่แห่งหนึ่งที่ได้รับการพัฒนา คือเขตมาบตาพุด จังหวัดระยอง การพัฒนาดังกล่าวได้ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของจังหวัดระยองและของประเทศชาติ แต่อีกด้านหนึ่งได้ส่งผลกระทบต่อประชาชนในพื้นที่ การขยาย

ตัวของอุตสาหกรรมมีผลทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในหลาย ๆ ด้าน เช่น ปัญหามลพิษทางอากาศจากสารอินทรีย์ระเหย (Volatile organic compounds) ปัญหาคุณภาพอากาศอยู่ในระดับอันตราย ปัญหาแหล่งน้ำ และปัญหาการจัดการกากของเสียอุตสาหกรรม

ปัญหามลพิษที่เกิดขึ้นในพื้นที่มาบตาพุดเป็นปัญหาต่อเนื่องยาวนาน ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนและสิ่งแวดล้อมซึ่งอุตสาหกรรมขนาดใหญ่อาจเป็นแหล่งก่อกมลพิษที่สำคัญ นอกจากนั้นยังมีการจราจรหนาแน่น ทั้งนี้มีข้อมูลว่าในน้ำมัน (gasoline) มีสารเบนซีน (benzene) ผสมอยู่ร้อยละ 1.5 -6<sup>(2)</sup> จึงเป็นไปได้ที่การจราจรจะก่อกมลพิษอีกแหล่งหนึ่ง ซึ่งมีการศึกษาเรื่องมลพิษทางอากาศของสถาบันวิชาการในช่วงปี 2550 พบปัญหาบรรยากาศบริเวณมาบตาพุดมีสารอินทรีย์ระเหย ปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อมจำนวนมาก เช่นสารเบนซีน<sup>(3)</sup> อีกทั้งชุมชนยังได้รับผลกระทบจากกลิ่นรบกวนที่มีหลากหลายกลิ่น เช่น กลิ่นหอมเอียน กลิ่นฝรั่งสุก กลิ่นก๊าซ และกลิ่นละมุด เป็นต้น<sup>(4)</sup>

จากผลการตรวจวัดปริมาณสารอินทรีย์ระเหย ในพื้นที่มาบตาพุดของกรมควบคุมมลพิษตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึงเดือนเมษายน 2552 ได้นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยใน 1 ปี และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานพบว่าในเดือนเมษายน 2552 มีสารอินทรีย์ระเหยที่มีค่าความเข้มข้นเกินค่ามาตรฐานเฉลี่ยรายปีได้แก่สาร 1,3 บิวทาไดอีน (butadiene) สาร 1,2 ไดคลอโรอีเทน (dichloroethane) และสารเบนซีน<sup>(5)</sup> และยังมีการศึกษาของกลุ่มศึกษากรีนพีซ<sup>(6)</sup> พบสารอินทรีย์ระเหยเกินค่าเฝ้าระวังของสถาบันสิ่งแวดล้อม สหรัฐอเมริกา (US-EPA) โดยเฉพาะสารเบนซีนเกิน 700 เท่าที่สำคัญสารนี้ถูกจัดเป็นสารก่อมะเร็งประเภท 1 (human carcinogen: IARC)

จากข้อมูลการตรวจวัดดังกล่าวทำให้ผู้ที่เสี่ยงต่อการรับสัมผัสคือประชาชนที่อยู่ในพื้นที่มาบตาพุดและคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติจึงประกาศให้พื้นที่

ที่ 6 ตำบลรอบนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดเป็นเขตควบคุมมลพิษเมื่อวันที่ 1 พฤษภาคม 2552<sup>(7)</sup> ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของปัญหาดังกล่าว และศึกษาการรับสัมผัสสารเบนซีนและผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนจากมลพิษสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นข้อมูลการเฝ้าระวังสภาวะสุขภาพของประชาชนในเขตควบคุมมลพิษจังหวัดระยอง ประกอบการรณรงค์ แก้ไขปัญหาอย่างจริงจังต่อไป

## วิธีการศึกษา

### กลุ่มตัวอย่าง

พื้นที่มาบตาพุดมีประชากรแฝงจำนวนมากไม่มีทะเบียนกำหนดประชากรแน่ชัด ผู้วิจัยจึงกำหนดกลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมวิจัยจำนวน 10,000 คน (10% ของประชากรพื้นที่และประชากรแฝงโดยประมาณ) จากพื้นที่ทั้งหมด 6 ตำบลอยู่ในเขตควบคุมมลพิษ จากนั้นเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ stratify random sampling ได้กลุ่มตัวอย่างดังนี้ ตำบลมาบตาพุดและตำบลห้วยโป่ง 6,000 คน ตำบลเนินพระ 1,200 คน ตำบลทับมา 1,200 คน ตำบลบ้านฉาง 800 คน ตำบลมาบข่า 700 คน โดยมีเกณฑ์คัดเข้า คือ อาศัยอยู่ในพื้นที่ดังกล่าวมานานน้อยกว่า 6 เดือน และยินยอมเข้าร่วมวิจัยโดยสมัครใจ ในกรณีอายุต่ำกว่า 18 ปีบริบูรณ์ต้องได้รับการยินยอมจากผู้ปกครอง

### เครื่องมือที่ใช้วิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 3 ส่วนคือ (1) แบบสัมภาษณ์ซึ่งมีเนื้อหาครอบคลุม ตัวแปร เพศ อายุ อาชีพ ประวัติการทำงาน พฤติกรรมสุขภาพ การบริโภคอาหาร การสูบบุหรี่ อาการทางสุขภาพและอื่นๆ ซึ่งผ่านการตรวจทานจากคณะผู้เชี่ยวชาญ (2) อุปกรณ์เก็บปัสสาวะหาสารอนุพันธ์ (metabolite) สารเบนซีน โดยใช้หลอดโพลีเอทิลีน ขนาด 10 มิลลิลิตร (3) อุปกรณ์เจาะเลือดใช้หลอด EDTA tube ขนาด 3 มิลลิลิตร และหลอด clot blood tube ขนาด 4 มิลลิลิตร (4) เครื่องหาพิกัดด้วยสัญญาณดาวเทียม GPS

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลแบบสัมภาษณ์ ผู้วิจัยและทีมผู้ช่วยได้อธิบายถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย สัมภาษณ์ผู้ยินยอมเข้าร่วมวิจัยตามแบบสัมภาษณ์และเก็บตัวอย่างเลือดและปัสสาวะ

2. การเก็บตัวอย่างปัสสาวะ ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับหลอดโพลีเอทิลีน ทีมผู้ช่วยนักวิจัยตรวจสอบปริมาณปัสสาวะในหลอดประมาณ 8-10 มิลลิลิตร หลังจากนั้นเก็บบรรจุใส่กล่องโฟมแช่เย็นอุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส และภายหลังสิ้นสุดเก็บปัสสาวะในวันนั้นปัสสาวะจะถูกรวบรวมตัวอย่างไปที่โรงพยาบาลระยอง และนำส่งตรวจวิเคราะห์กรดมิวโคนิก (t,t-muconic acid) โดยใช้วิธี high pressure liquid chromatography ที่ศูนย์พิษวิทยาโรงพยาบาลรามธิบดีต่อไป

3. การเก็บตัวอย่างเลือด เจาะเลือดบริเวณข้อพับแขนของผู้ร่วมวิจัย โดยนักเทคนิคการแพทย์ ใช้หลอดชนิด EDTA tube เพื่อตรวจวิเคราะห์ความสมบูรณ์ของเลือด (complete blood cell; CBC) และหลอดชนิด clot blood tube เพื่อวิเคราะห์การทำงานของตับ (SGOT, SGPT) การทำงานของไต (creatinine) และนำส่งตรวจวิเคราะห์ผลทางห้องปฏิบัติการที่โรงพยาบาลระยอง

4. กำหนดพิกัดหลังคาเรือนด้วยสัญญาณดาวเทียม global positioning system เครื่อง GPS garmin รวบรวมพิกัด แกน x และแกน y เพื่อกำหนดระยะทางห่างจากขอบรั้วอุตสาหกรรม ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลทั้งหมดและจัดการความสมบูรณ์และความถูกต้องของข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ต่อไป

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลแบบสัมภาษณ์ได้แก่ เพศ พฤติกรรมสุขภาพ การบริโภคอาหาร อาชีพ ใช้สถิติพรรณนาด้วย ความถี่ ร้อยละ ส่วนปัจจัยด้านอายุ ประวัติการทำงาน การสูบบุหรี่ใช้สถิติพรรณนาด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. วิเคราะห์ผลทางห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ความสมบูรณ์ของเลือด การทำงานของตับ การทำงานของไต

ใช้สถิติพรรณนาด้วย ความถี่ ร้อยละ มัธยฐาน และหาอัตราความชุกต่อพันประชากร

3. วิเคราะห์ผลระดับกรดมิวโคนิกในปัสสาวะ โดยใช้สถิติพรรณนาด้วยความถี่ ร้อยละ แล้วเปรียบเทียบกับระดับสัมผัสปกติและระดับสัมผัสเล็กน้อย ตามเกณฑ์แนะนำของสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค ส่วนเกณฑ์ ระดับสัมผัสสูงใช้ตามเกณฑ์แนะนำของสมาคมนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งสหรัฐอเมริกา (ACGIH) โดยสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ได้แบ่งระดับดังนี้ เพศชาย สัมผัสปกติ คือ 0-163.86 ug/g creatinine สัมผัสเกินเกณฑ์ (ระดับสัมผัสเล็กน้อย) คือ  $\geq 163.87$  ug/g creatinine สำหรับเพศหญิง สัมผัสปกติคือ 0-234.86 ug/g creatinine สัมผัสเกินเกณฑ์ (ระดับสัมผัสเล็กน้อย) คือ  $\geq 234.87$  ug/g creatinine ส่วนระดับสัมผัสสูงใช้ตามเกณฑ์แนะนำของสมาคมนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งสหรัฐอเมริกา (ACGIH) คือ  $\geq 500$  ug/g creatinine

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างปัจจัยต่างๆได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ ประวัติการทำงาน พฤติกรรมสุขภาพ การบริโภคอาหาร การสูบบุหรี่ อาการทางสุขภาพ กับระดับกรดมิวโคนิก ใช้สถิติ chi-square กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$  และหาค่า odds ratio และ 95%CI

จากการวิเคราะห์ผลกลุ่มตัวอย่างโดยรวมพบการกระจายของข้อมูลไม่ปกติ เช่น อายุ เนื่องจากมีกลุ่มวัยเรียนซึ่งมีสถานศึกษาในพื้นที่ด้วย ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์แยกและแสดงผลการวิจัยเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของประชาชนและนักเรียน และแสดงค่ามัธยฐานเลขาคณิต (geometric mean) ร่วมด้วย

### ผลการศึกษา

ลักษณะทางประชากรโดยรวมของกลุ่มตัวอย่าง 10,238 คน พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 65.1 อายุมากกว่า 15 ปี ร้อยละ 72.4 มีโรคประจำตัวเป็น

ความดันโลหิตสูง ภูมิแพ้ เบาหวาน อัตรา 91.8, 55.8 และ 38.5 ต่อพันประชากร (ตารางที่ 1) วิเคราะห์แยกกลุ่มประชาชนและนักเรียนได้ดังนี้

### ประชาชน

1. ข้อมูลทั่วไป กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 6,733 คน เป็นเพศหญิง ร้อยละ 72.6 ส่วนใหญ่อายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป ร้อยละ 67.4 อายุเฉลี่ยเท่ากับ 46 ปี อาศัยอยู่ในตำบลเนินพระและตำบลมาบตาพุดมากที่สุด เป็นร้อยละ 21.7 และ 21.4 ตามลำดับ ประชาชนร้อยละ 26.8 อาศัยอยู่ภายในระยะทาง 2 กิโลเมตรจากขอบนิคมอุตสาหกรรม โดยเฉลี่ยอาศัยอยู่ห่างจากขอบนิคมอุตสาหกรรม 5.12 กิโลเมตร (รูปที่ 1) และพบว่าประชาชนมากกว่าครึ่งหนึ่ง (54.5 %) อาศัยอยู่ในพื้นที่มากกว่า 20 ปี การศึกษาสูงสุดอยู่ในระดับประถมศึกษา ร้อยละ 54.5 ด้านประวัติการประกอบอาชีพส่วนใหญ่รับจ้างทั่วไป, แม่บ้าน/ทำงานบ้าน และค้าขาย ร้อยละ 28.1, 24.3 และ 18.2 ตามลำดับ นอกจากนี้

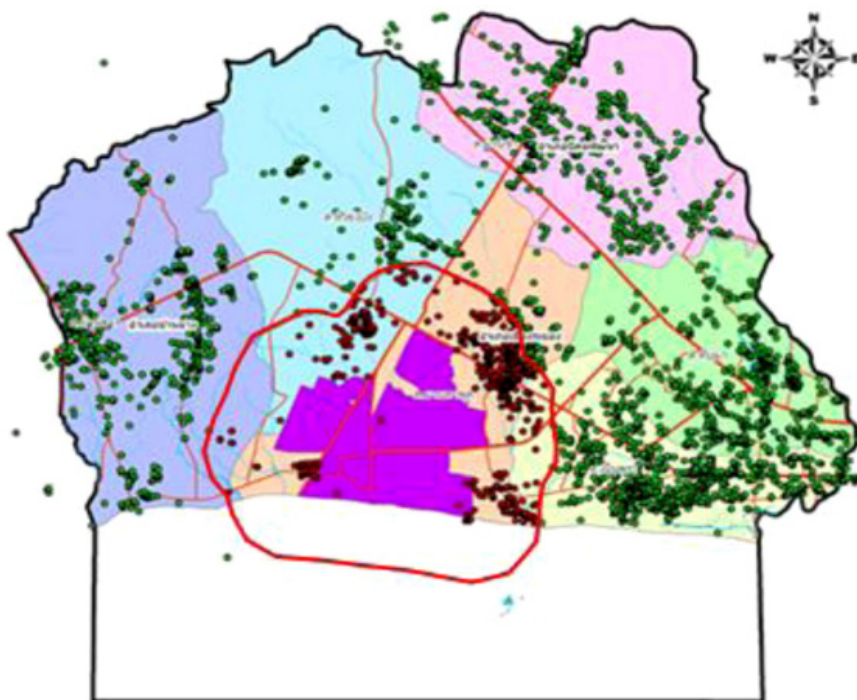
อาชีพหลักแล้วพบว่า เพศชายทำอาชีพเสริมที่มีโอกาสสัมผัสตัวทำละลายคือ งานทาสีและอยู่ซ่อมรถ ร้อยละ 2.1 และ 2.0 ตามลำดับ และเพศหญิงทำอาชีพเสริม รับจ้างซักรีดเสื้อผ้า ร้อยละ 2.8 รองลงมาคือ รับจ้างทำความสะอาดและช่างเสริมสวย ร้อยละ 2.7 และ 1.0 ตามลำดับ

2. ประวัติสุขภาพ พบว่าประชาชนส่วนใหญ่มีโรคประจำตัวคือ โรคความดันโลหิตสูง รองลงมาคือ โรคภูมิแพ้ และโรคเบาหวาน โดยมีอัตราป่วยคิดเป็น 91.8, 55.8 และ 38.4 ต่อพันประชากรตามลำดับ ค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์น้ำหนักเกิน เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า เพศหญิงจะมีค่าดัชนีมวลกายสูงกว่าเพศชาย (หญิง 24.1 kg/m<sup>2</sup> และชาย 23.19 kg/m<sup>2</sup>)

3. ผลตรวจวัดทางห้องปฏิบัติการ พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปกติ ได้แก่ ภาวะโลหิตไม่ซีด ร้อยละ 74.1 เม็ดเลือดขาว ร้อยละ 89.1 เม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล ร้อยละ 95.1 เกล็ดเลือด ร้อยละ 96.4 การทำงานของตับ ร้อยละ 82.4 การทำงานของไต ร้อยละ 88.2

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปโดยรวมของประชาชนและนักเรียน

ข้อมูลทั่วไป	ชาย		หญิง		รวม	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
เพศ	3,566	34.8	6,672	65.1	10,238	100.0
อายุ (ปี)						
5-9	58	1.6	44	0.7	103	1.0
10-14	1,331	37.3	1,393	20.9	2,724	26.6
15-19	471	13.2	509	7.6	980	9.6
20-29	153	4.3	464	7.0	617	6.0
30-39	278	7.8	1,000	15.0	1,278	12.5
40-49	383	10.7	1,306	19.5	1,689	16.5
50-59	411	11.5	1,088	16.3	1,499	14.6
> 60	481	13.5	867	13.0	1,347	13.2
โรคประจำตัว (ต่อประชากร 1,000 คน)						
ความดันโลหิตสูง	254	71.2	685	102.7	939	91.8
ภูมิแพ้	156	43.7	415	62.2	571	55.8
เบาหวาน	103	28.9	290	43.5	393	38.4
หอบหืด	87	24.4	137	20.5	224	21.9



รูปที่ 1 ระยะห่างขอบรั้วนิคมอุตสาหกรรมรัศมี 2 กิโลเมตร

(ตารางที่ 2) เมื่อวิเคราะห์เชิงลึก สามารถพรรณนาได้ตามชนิดของการตรวจวิเคราะห์ได้ดังนี้ (3.1) *ภาวะโลหิตจาง (Hb)* พบความชุกภาวะโลหิตจางในประชาชนเป็นร้อยละ 25.9 โดยความชุกภาวะโลหิตจางในเพศหญิงสูงกว่าในชาย (29.4 และ 16.5% ตามลำดับ) ความชุกของภาวะโลหิตจางเพิ่มขึ้นตามอายุ ซึ่งเห็นชัดเจนในเพศหญิง จากร้อยละ 14.9 เพิ่มขึ้นจนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 63.1 (3.2) *เม็ดเลือดขาว (WBC)* ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปกติ ร้อยละ 89.1 โดยเพศหญิงมีจำนวนเม็ดเลือดขาวอยู่ในเกณฑ์ปกติมากกว่าเพศชาย เมื่อเปรียบเทียบกับอายุ พบว่า จำนวนเม็ดเลือดขาวจะแปรผกผันกับอายุ (3.3) *เม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล (ANC)* ในเพศชายและเพศหญิงจะใกล้เคียงกัน ส่วนใหญ่อยู่ในระดับปกติ (94.6 และ 95.2% ตามลำดับ) (3.4) *เกร็ดเลือด (Plt)* ของประชาชนอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าปกติและต่ำกว่าปกติเล็กน้อย เป็นร้อยละ 1.9 โดยเพศหญิงมีความชุกน้อยกว่าเพศชายคิดเป็น (1.4 และ 3.5% ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบกับอายุ พบว่า กลุ่มอายุมาก

กว่าหรือเท่ากับ 80 ปี มีความชุกจำนวนเกร็ดเลือดอยู่ในระดับต่ำกว่าปกติมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 10.8 (3.5) *การทำงานของตับ (SGOT, SGPT)* พบว่าการทำงานของตับอยู่ในเกณฑ์ผิดปกติและผิดปกติเล็กน้อย ร้อยละ 17.6 โดยเพศชายมีความชุกการทำงานของตับผิดปกติมากกว่าเพศหญิง (33.0 และ 11.8% ตามลำดับ) (3.6) *การทำงานของไต (creatinine)* ส่วนใหญ่ปกติซึ่งมีอยู่ในเกณฑ์ผิดปกติเล็กน้อย ร้อยละ 11.0 โดยเพศชายมีความชุกมากกว่าเพศหญิงค่อนข้างมากเป็น (30.7 และ 3.7% ตามลำดับ) (ตารางที่ 2)

4. ผลการตรวจระดับกรดมิวโคติกในปัสสาวะพบว่า ค่ามัธยฐานเลขคณิตของระดับกรดมิวโคติกในปัสสาวะเท่ากับ 135.46 ug/g creatinine โดยในเพศหญิงสูงกว่าเพศชายเล็กน้อย และพบว่าประชาชนที่อาศัยอยู่ในระยะห่างจากขอบรั้วนิคมมากกว่า 2 กิโลเมตรมีการสัมผัสสารเบนซินระดับเล็กน้อย และระดับสูง มากกว่าประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้กว่า 2 กิโลเมตร (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการของประชาชนและนักเรียน

ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ	ประชาชน		นักเรียน	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
<b>ภาวะโลหิตจาง</b>				
ซีด	1,739	25.9	555	15.9
ไม่ซีด	4,982	74.1	2,938	84.1
<b>เม็ดเลือดขาว (WBC)</b>				
ต่ำกว่าปกติ	114	1.7	14	0.4
ปกติ	5,991	89.1	2,879	82.4
สูงกว่าปกติ	616	9.2	600	17.2
<b>เม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล (ANC)</b>				
ต่ำกว่าปกติ	53	0.8	24	0.7
ต่ำกว่าปกติเล็กน้อย	107	1.6	25	0.7
ปกติ	6,389	95.1	3,258	93.3
สูงกว่าปกติเล็กน้อย	149	2.2	157	4.5
สูงกว่าปกติ	23	0.3	29	0.8
<b>เกร็ดเลือด (Pit)</b>				
ต่ำกว่าปกติ	30	0.4	6	0.2
ต่ำกว่าปกติเล็กน้อย	98	1.5	16	0.5
ปกติ	6,476	96.4	3,224	92.3
สูงกว่าปกติเล็กน้อย	111	1.7	245	7.0
สูงกว่าปกติ	6	0.1	2	0.1
<b>การทำงานของตับ (SGOT,SGPT)</b>				
ปกติ	5,540	82.4	3,398	97.1
ผิดปกติเล็กน้อย	927	13.8	90	2.6
ผิดปกติ	258	3.8	13	0.4
<b>การทำงานของไต (creatinine)</b>				
ปกติ	5,979	88.9	3,468	99.0
ผิดปกติเล็กน้อย	662	9.8	32	0.9
ผิดปกติ	84	1.2	2	0.1

**เปรียบเทียบระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับระดับกรดมิวโคนิกของประชาชน**

จากการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ พบว่า ปัจจัยที่มีความความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับระดับกรดมิวโคนิกได้แก่ เพศ โดยเพศหญิงมีความเสี่ยงต่อการรับสัมผัสสารเบนซีน (กรด

มิวโคนิกในปัสสาวะระดับสูง) มากกว่าเพศชาย 2.24 เท่า อายุ  $< 15$  ปี และ 15-59 ปี มีความเสี่ยงมากกว่าผู้ที่อายุ  $\geq 60$  ปี 2.68, 1.22 เท่า ผู้ที่ทำงานสัมผัสตัวสารอินทรีย์ระเหยมีความเสี่ยงมากกว่าผู้ที่ไม่สัมผัส 1.86 เท่า ผู้ที่ดื่มแอลกอฮอล์มีความเสี่ยงมากกว่าผู้ที่เคยดื่มและดื่มประจำ 2.40, 1.65 เท่า ผู้ที่สูบบุหรี่มีความเสี่ยง

ตารางที่ 3 การสัมผัสสารเบนซีนของประชาชน จำแนกตามระยะทางและเพศ

ระยะทาง(กม.)	การสัมผัสสารเบนซีน	ชาย		หญิง		รวม	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
< 2	สัมผัสปกติ	434	89.9	1,162	94.0	1,596	92.9
	สัมผัสเล็กน้อย	45	9.3	60	4.9	105	6.1
	สัมผัสสูง	4	0.8	13	1.1	17	1.0
> 2	สัมผัสปกติ	974	8.19	3,072	91.8	4,046	89.2
	สัมผัสเล็กน้อย	205	17.2	238	7.1	443	9.8
	สัมผัสสูง	11	0.9	37	1.1	48	1.1

หมายเหตุ: ระดับสัมผัสปกติและสัมผัสเล็กน้อย ใช้ตามเกณฑ์แนะนำของสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค ส่วนเกณฑ์สัมผัสสูงใช้ตามเกณฑ์แนะนำของสมาคมนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งสหรัฐอเมริกา (ACGIH) ในส่วนการวิเคราะห์เปรียบเทียบ (chi-square) ระดับสัมผัสเล็กน้อยและสัมผัสสูงจะอยู่ในกลุ่มสัมผัสมากกว่าเกณฑ์

มากกว่าผู้ที่ไม่สูบบุหรี่ 3.25 เท่า และผู้ที่อยู่ระยะทาง > 2 กิโลเมตรมีความเสี่ยงมากกว่าผู้ที่อยู่ ≤ 2 กิโลเมตร 1.63 เท่า

จากการศึกษาครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างระหว่างสถานที่ทำงาน การได้รับกลิ่น และระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในเขตควบคุมมลพิษกับระดับกรดมิวโคติก (ตารางที่ 4)

#### นักเรียน

1. ข้อมูลทั่วไป จากการศึกษพบว่า นักเรียนทั้งหมด 3,505 คน เป็นเพศหญิง ร้อยละ 50.8 และเพศชาย ร้อยละ 49.2 ส่วนใหญ่อายุอยู่ในช่วงอายุ 10-14 ปี ร้อยละ 74.5 อายุเฉลี่ย 13 ปี อาศัยอยู่ในตำบลมาตาพุดมากที่สุด ร้อยละ 32.4 รองลงมาคือ ตำบลห้วยโป่ง ร้อยละ 30.2 และตำบลบ้านฉาง ร้อยละ 26.3 ตามลำดับ ส่วนมากอาศัยอยู่ในพื้นที่เขตควบคุมมลพิษมากกว่า 10 ปี กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษา/ปวช./ปวส./อนุปริญญา ร้อยละ 82.7

2. ประวัติสุขภาพพบว่า นักเรียนมีโรคประจำตัวเป็นโรคมะเร็งมากที่สุด รองลงมาคือโรคหอบหืด และโรคโลหิตจาง (อัตราป่วย 47.7, 27.6 และ 5.2 ต่อนักเรียนพันคน ตามลำดับ) ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายของนักเรียนเท่ากับ 19.23 kg/m<sup>2</sup> ซึ่งค่าดัชนีมวลกายจะมี

แนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุจนสูงที่สุดในช่วงวัยรุ่น

3. ผลทางห้องปฏิบัติการ พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปกติ ได้แก่ ภาวะโลหิตไม่ซีดร้อยละ 84.1 เม็ดเลือดขาวร้อยละ 82.4 เม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิลร้อยละ 93.3 เกล็ดเลือดร้อยละ 92.3 การทำงานของตับร้อยละ 97.1 การทำงานของไตร้อยละ 99.0 (ตารางที่ 2) เมื่อวิเคราะห์เชิงลึก สามารถแสดงได้ตามชนิดของการตรวจวิเคราะห์ที่ได้ดังนี้ (3.1) ภาวะโลหิตจาง (Hb) ค่ามัธยฐานฮีโมโกลบินของนักเรียนเพศชายเท่ากับ 13.3 g/dl มากกว่าในเพศหญิงซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 12.7 g/dl โดยค่ามัธยฐานฮีโมโกลบินจะเพิ่มขึ้นตามอายุ (3.2) เม็ดเลือดขาว (WBC) ค่ามัธยฐานของเพศชาย เท่ากับ 7,920.0 cell/mm<sup>3</sup> น้อยกว่าเพศหญิงเท่ากับ 8,160.0 cell/mm<sup>3</sup> (3.3) เม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล (ANC) ค่ามัธยฐานของเพศชาย เท่ากับ 4,036.5 cell/mm<sup>3</sup> น้อยกว่าในเพศหญิงซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 4,418.7 cell/mm<sup>3</sup> (3.4) เกล็ดเลือด (Plt) ค่ามัธยฐานจำนวนของเพศชาย เท่ากับ 283,750.0 cell/mm<sup>3</sup> น้อยกว่าเพศหญิง ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 292,100.0 cell/mm<sup>3</sup> ซึ่งค่ามัธยฐานจำนวนเกร็ดเลือดของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ปกติทุกกลุ่มอายุ (3.5) การทำงานของตับ (SGOT, SGPT) ค่ามัธยฐาน SGOT ของเพศชายเท่ากับ 21.00 U/L มาก

การรับสัมผัสสารเบนซีนและผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนจากมลพิษสิ่งแวดล้อม ในเขตควบคุมมลพิษมาตาพุดจังหวัดระยอง

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับระดับกรดมิวโคินิกของประชาชน

ปัจจัย	กรดมิวโคินิกในปัสสาวะ		p	OR	95 % confidence interval	
	ปกติ	มากกว่าเกณฑ์			Lower	Upper
<b>เพศ</b>						
ชาย	4,501 (92.3)	374 (7.7)	<0.001*	1	-	-
หญิง	1,650 (83.3)	307 (16.7)		2.24	0.352	0.487
<b>อายุ (ปี)</b>						
< 15	110 (78.0)	31 (22.0)	<0.001*	2.68	0.248	0.562
15-59	1,190 (88.7)	152 (11.3)		1.22	0.680	0.999
≥ 60	4,731 (90.5)	498 (9.5)		1	-	-
<b>สถานที่ทำงาน</b>						
นอกนิคมอุตสาหกรรม	5,513 (89.9)	615 (9.1)	0.455	-	0.503	1.300
ในนิคมอุตสาหกรรม	145 (87.9)	20 (12.1)				
<b>ทำงานเสริมสัมผัสสารอินทรีย์</b>						
ไม่สัมผัส	5,863 (90.0)	651 (10.0)	0.018*	1	-	-
สัมผัส	97 (82.9)	20 (17.1)		1.86	0.331	0.877
<b>การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์</b>						
ไม่ดื่ม	5,097 (90.9)	513 (9.1)	<0.001*	1	-	-
เคยดื่ม	207 (80.5)	50 (19.5)		2.40	0.302	0.575
ดื่มประจำ	658 (85.8)	109 (14.2)		1.65	0.487	0.759
<b>การสูบบุหรี่</b>						
ไม่สูบ	5,446 (91.4)	514 (8.6)	<0.001*	1	-	-
สูบ	516 (76.6)	158 (23.4)		3.25	0.252	0.376
<b>การได้รับกลิ่นสารเคมี</b>						
ไม่ได้กลิ่น	433 (91.0)	43 (9.0)	0.932	-	0.658	1.468
ได้กลิ่น	663 (90.8)	67 (9.2)				
<b>ระยะเวลาที่อยู่ในเขตควบคุมมลพิษ (ปี)</b>						
<5	836 (89.3)	100 (10.7)	0.437	-	0.879	1.380
≥5	4,970 (90.2)	540 (9.8)				
<b>ระยะระหว่างที่อยู่กับขอบรั้วนิคมอุตสาหกรรม</b>						
≤2	1,613 (92.9)	124 (7.1)	<0.001*	1	-	-
>2	4,131 (88.9)	515 (11.1)		1.63	0.503	0.756

\*กำหนดนัยสำคัญทางสถิติ  $p < 0.05$



ตารางที่ 5 ผลการตรวจการสัมผัสสารเบนซีนของนักเรียนจำแนกตามระยะทางจากโรงเรียนถึงขอบนิคมอุตสาหกรรมและเพศ

ระยะทาง(กม.)	การสัมผัสสารเบนซีน	ชาย		หญิง		รวม	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
≤ 2	สัมผัสปกติ	158	63.7	169	83.7	327	72.6
	สัมผัสเล็กน้อย	79	31.9	25	12.4	104	23.1
	สัมผัสสูง	11	4.4	8	4.0	19	4.2
> 2	สัมผัสปกติ	1,238	84.0	1465	93.5	2703	88.8
	สัมผัสเล็กน้อย	209	14.2	82	5.2	291	9.6
	สัมผัสสูง	28	1.9	20	1.3	48	1.6

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับระดับกรดมิวโคติกของนักเรียน

ปัจจัย	กรดมิวโคติกในปัสสาวะ		p	OR	95% confidence interval	
	ปกติ	มากกว่าเกณฑ์			Lower	Upper
<b>เพศ</b>						
ชาย	1,634 (92.37)	135(7.63)	< 0.001*	1	-	-
หญิง	1,396 (79.45)	327 (20.55)		2.83	0.285	0.436
<b>อายุ (ปี)</b>						
5-9	61 (79.2)	16 (20.8)	< 0.001*	3.49	0.155	0.529
10-14	2,209 (85.0)	389 (15.0)		2.35	0.320	0.571
≥15	760 (93.0)	57 (7.0)		1	-	-
<b>ระยะเวลาที่อยู่ในเขตควบคุมมลพิษ (ปี)</b>						
<5	934 (86.4)	147 (13.6)	0.635	-	0.764	1.167
≥5	2,025 (87.1)	301 (12.9)				
<b>ระยะห่างระหว่างโรงเรียนกับขอบรั้วนิคมอุตสาหกรรม</b>						
≤2	327 (72.7)	123 (27.3)	< 0.001*	2.45	0.263	0.422
>2	2,703 (88.9)	339 (11.2)				

กว่าในเพศหญิง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 18.00 U/L (3.6) การทำงานของไต ค่ามัธยฐานของเพศชายเท่ากับ 0.80 mg/dl, mg % มากกว่าในเพศหญิง ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.70 mg/dl, mg % (ตารางที่ 2)

4. ระดับกรดมิวโคติกในปัสสาวะของนักเรียน พบว่า ไม่พบการสัมผัสสารเบนซีนร้อยละ 45.44 ในนักเรียนที่ตรวจพบการสัมผัสสารเบนซีนพบว่า ค่า

มัชฌิมเรซาคณิตของนักเรียนชายเท่ากับ 130.05 ug/g creatinine และเพศหญิงเท่ากับ 124.21 ug/g creatinine ซึ่งอยู่ในระดับปกติ

นักเรียนร้อยละ 12.9 เรียนอยู่ในโรงเรียนระยะทาง 0-2 กิโลเมตรจากโรงเรียนถึงขอบนิคมอุตสาหกรรม และร้อยละ 87.1 เป็นนักเรียนที่เรียนอยู่ในโรงเรียนระยะทางมากกว่า 2 กิโลเมตร และเมื่อพิจารณาการสัมผัส

สารเบนซินจำแนกตามเพศ ระยะทางแล้วพบว่า นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนในระยะทางห่างจากขอบรั้วนิคม น้อยกว่า 2 กิโลเมตรจะมีการสัมผัสสารเบนซินระดับ เล็กน้อย และระดับสูง มากกว่านักเรียนที่อาศัยอยู่มากกว่า 2 กิโลเมตร (ตารางที่ 5)

### เปรียบเทียบระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับระดับกรดมิวโคินิกของนักเรียน

จากการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ พบว่า ปัจจัยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับระดับกรดมิวโคินิกได้แก่ เพศ โดยเพศหญิงมีความเสี่ยงต่อการสัมผัสสารเบนซิน (กรดมิวโคินิกในปัสสาวะสูง) มากกว่าเพศชาย 2.83 เท่า อายุ 5-9 และ 10-14 ปี มีความเสี่ยงมากกว่าผู้ที่อายุ  $\geq 15$  ปี 3.49, 2.35 เท่า และโรงเรียนที่อยู่ระยะทาง  $\leq 2$  กิโลเมตร มีความเสี่ยงมากกว่าโรงเรียนที่อยู่  $> 2$  กิโลเมตร 2.45 เท่า

จากการศึกษาครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างระหว่างระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในเขตควบคุมมลพิษกับระดับกรดมิวโคินิก (ตารางที่ 6)

### วิจารณ์

ด้านลักษณะทางประชากรโดยรวมของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุมากกว่า 15 ปี ร้อยละ 72.4 สอดคล้องกับข้อมูลประชาชนจังหวัดระยองที่มีประชากร อายุมากกว่า 15 ปี ร้อยละ 78.7 และมีโรคประจำตัวเป็นความดันโลหิตสูง สอดคล้องกับสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข<sup>(8)</sup> พบการวินิจฉัยจำแนกตามกลุ่มโรคปี 2555 พบผู้ป่วยจังหวัดระยองมีโรคประจำตัวเป็นความดันโลหิตสูงมากกว่าโรคอื่น ๆ การศึกษาครั้งนี้ถือว่าการเลือกกลุ่มตัวอย่างมีปัจจัยส่วนบุคคลคล้ายกับประชากรในจังหวัดจึงสามารถเป็นตัวแทนที่ดีได้

การศึกษาในกลุ่มประชาชนเปรียบเทียบระยะห่างจากนิคมอุตสาหกรรมกับระดับกรดมิวโคินิกพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าโรงเรียนที่อยู่ในพื้นที่ 2 กิโลเมตรมีความเสี่ยงมากกว่าโรงเรียนที่ตั้งอยู่ห่างมากกว่า 2 กิโลเมตร ซึ่งจะแตกต่างกับผลของประชาชน ทั้งนี้อาจเกิดจากความแตกต่างในการกำหนดพิกัด โดยในนักเรียนจะใช้พิกัดของโรงเรียน ซึ่งนักเรียนจะอาศัยบริเวณนี้ 8

ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยบุคคลที่อยู่ไกลกว่า 2 กิโลเมตรมีโอกาสสัมผัสมากกว่าคนที่อยู่ใกล้กว่า 2 กิโลเมตร ทั้งนี้อาจอนุมานได้ว่าผลของประชาชนไกลกว่า 2 กิโลเมตรมีความเสี่ยงมากกว่า เนื่องจากส่วนหนึ่งอาจจะมาจาก การปลดปล่อยควันผ่านทางปล่องควันของโรงงาน ซึ่งในแต่ละปล่องที่อยู่ในนิคมมาตาพุดจะมีความสูง 100-150 เมตร ทั้งหมดประมาณ 150 ปล่อง โดยอาจถูกลมพัดไปไกลกว่าระยะ 2 กิโลเมตร จากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงผู้ที่เกี่ยวข้องต่อการสัมผัสไม่ใช่เฉพาะคนที่อาศัยอยู่ใกล้เท่านั้น แต่คนที่อยู่ไกลออกไปยังมีส่วนที่สัมผัสเช่นกัน ผลที่ได้จึงควรนำไปสู่นโยบายการปรับลดมลพิษที่ระบายออกจากแหล่งกำเนิด และเข้มงวดกับการตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ปากปล่องด้วย และทั้งนี้ความเสี่ยงที่เกิดกับประชาชนที่อาศัยมากกว่า 2 กิโลเมตรอาจจะเกิดจากกิจกรรมที่สัมผัสเบนซิน เช่น การเติมน้ำมันในปั๊มหลอด การแบ่งขายน้ำมันใส่ขวดซึ่งยังพบการขายเช่นนี้ในพื้นที่ ทั้งนี้ประชาชนควรปรับเปลี่ยนวิถีชีวิต การเติมน้ำมัน เช่นการเติมน้ำมันจากสถานีบริการที่มีหน่วยที่ติดตั้ง recovery unit อีกประเด็นหนึ่งเนื่องจากระยะทางที่มากกว่า 2 กิโลเมตรมีแหล่งกำเนิดสารเบนซินที่สำคัญคือ ถนนสายหลวงแผ่นดินสาย 36 ขนานกับถนนสุขุมวิท (รูปที่ 1) ซึ่งจะเห็นจากการกำหนดพิกัดว่าประชาชนอาศัยอยู่ใกล้แหล่งถนนแต่นอกรั้วมี 2 กิโลเมตรจำนวนมาก ซึ่งมีหลายการศึกษาที่กล่าวไว้ว่าจราจรเป็นอีกหนึ่งแหล่งที่ก่อให้เกิดสารเบนซินปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมได้<sup>(9-13)</sup>

สำหรับกลุ่มนักเรียนเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างจากนิคมอุตสาหกรรมกับระดับกรดมิวโคินิก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าโรงเรียนที่อยู่ในพื้นที่ 2 กิโลเมตรมีความเสี่ยงมากกว่าโรงเรียนที่ตั้งอยู่ห่างมากกว่า 2 กิโลเมตร ซึ่งจะแตกต่างกับผลของประชาชน ทั้งนี้อาจเกิดจากความแตกต่างในการกำหนดพิกัด โดยในนักเรียนจะใช้พิกัดของโรงเรียน ซึ่งนักเรียนจะอาศัยบริเวณนี้ 8

ชั่วโมงต่อวัน, 5 วันต่อสัปดาห์ หรือประมาณ 1 ใน 4 ของเวลาทั้งหมดต่อสัปดาห์ที่อยู่ในรัศมี 2 กิโลเมตร จากจำนวนทั้งหมด 3,505 คน มี 450 คนที่อาศัยอยู่ในเขตนี้ อาจเกิดจากมีแหล่งกำเนิดอยู่ใกล้โรงเรียน เช่น โรงเรียนในชุมชนหนองแพบ มีโรงงานที่มีตัวทำละลายอินทรีย์อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียง (common source) หรือโรงเรียนในเขตชุมชนมาบชลูด ประมาณ 500 เมตรทางเข้าโรงเรียนมีปั๊มน้ำมัน ซึ่งนักเรียนโรงเรียนนี้มีการได้รับสัมผัสกลิ่น นอกจากนี้ยังมีสอดคล้องกับการศึกษาของ Kibble A. & Harrison<sup>(14)</sup> ได้ศึกษาแหล่งของการเกิดมลพิษโดยทบทวนเอกสารวิจัยพบว่า คนที่อยู่ใกล้แหล่งอุตสาหกรรม แหล่งกำจัดของเสียมีผลต่อการเกิดอาการผิดปกติมากกว่าผู้ที่อยู่ไกลออกไป เป็นที่น่าสังเกตว่าการศึกษาผลครั้งนี้โรงเรียนที่อยู่ในรัศมี 2 กิโลเมตรส่วนใหญ่อยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาซึ่งการศึกษาก็พบว่ามีความเสี่ยงต่อการรับสัมผัสมากกว่า คนที่อายุ  $\geq 15$  ปีหรือนักเรียนที่อยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาส่วนหนึ่งอาจจะมาจากความสามารถในการขับออกของสารด้วยทั้งนี้ระยะทางที่ใกล้แหล่งกำเนิดยังสอดคล้องกับ Parodi S. et al<sup>(15)</sup> พบว่าแหล่งที่อยู่อาศัยใกล้แหล่งอุตสาหกรรมถ่านหิน (coke) มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารเบนซินเท่ากับ  $15.1 \text{ ug/m}^3$  มากกว่าแหล่งที่อยู่ไกลและพบความเสี่ยงสูงต่อการเป็นมะเร็งชนิด NHL และมะเร็งเม็ดเลือดขาวในเพศชาย จากการศึกษาผลของนักเรียนครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอแนะแนวทางควรนำไปสู่มาตรการควบคุมที่แหล่งกำเนิด จัดทำเขตแนวกันชน (buffer zone) ของสารอย่างจริงจังและชัดเจนอย่างเป็นรูปธรรม

เมื่อพิจารณาวิเคราะห์แยก 2 ส่วนผลของการศึกษาแสดงให้เห็นถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่คล้ายคลึงกันระหว่างประชาชนและนักเรียนในด้านปัจจัยส่วนบุคคลได้แก่ เพศที่ต่างกันมีความเสี่ยงต่อการรับสัมผัสสารเบนซินแตกต่างกัน โดยเฉพาะในเพศหญิงจะมีความเสี่ยงมากกว่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะฮอร์โมนเพศส่งผลให้สรีระร่างกายที่ต่างกัน โดยปกติทั่วไปสัดส่วนกล้ามเนื้อ

เนื้อของเพศชายจะใหญ่กว่าผู้หญิง ปริมาณไขมันใต้ผิวหนังในผู้หญิงมากกว่าผู้ชาย จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าเพศหญิงมีดัชนีมวลกายมากกว่าเพศชาย (หญิง  $24.1 \text{ kg/m}^2$  ชาย  $23.19 \text{ kg/m}^2$ ) ซึ่งทำให้ปริมาณการสะสมของสารเคมีในไขมันภายในร่างกายต่างกัน เช่น สารละลายที่มีคุณสมบัติละลายในไขมันได้ดี มีรายงานสรุปผลความแตกต่างระหว่างเพศพบความแตกต่างในการดูดซึม การสะสมหรือการขับถ่ายสารเคมี และมีผลกระทบต่อสุขภาพต่างกัน<sup>(16)</sup> สอดคล้องกับการศึกษาของ Jeyaratanam & Chib<sup>(17)</sup> ศึกษาพนักงานชายและหญิงที่สัมผัสสารเบนซิน 25 ส่วนในล้านส่วน นาน 2 ชั่วโมง พบความเข้มข้นของสารเบนซินในเลือดของพนักงานหญิงมากกว่า เพราะมีความไวต่อการรับสัมผัสมากกว่าเพศชาย การศึกษาครั้งนี้อายุต่างกันมีความเสี่ยงต่อการรับสัมผัสสารเบนซินแตกต่างกันโดยในคนที่อายุน้อยจะพบความเสี่ยงมากกว่าคนที่อายุมาก เช่น ในกลุ่มประชาชนวัยทำงาน (15-59 ปี) รับสัมผัสมากกว่าวัยสูงอายุ ( $\geq 60$  ปี) ทั้งนี้อาจเกิดจากการทำงานที่มีโอกาสสัมผัสตัวทำละลายมากกว่าซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบคนที่ทำงานสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยมีความเสี่ยงต่อการรับสัมผัสถึง 1.86 เท่า โดยวิถีชีวิตของคนไทยที่ผู้สูงอายุมักจะมีกิจกรรมออกนอกบ้านน้อยและจะเลี้ยงบุตรหลานภายในบริเวณบ้าน จึงเป็นไปได้ว่าโอกาสที่รับสัมผัสน้อยกว่าวัยทำงาน และในวัยเด็ก (5-9 ปี) จะมีโอกาสเสี่ยงกว่าวัยรุ่น ( $\geq 15$  ปี) ซึ่งมีการศึกษาถึงความแข็งแรง ความสามารถในการเผาผลาญ ปริมาณออกซิเจนจะรับเข้าสู่ร่างกายมากที่สุดคืออายุ 20 ปี<sup>(16)</sup> ซึ่งในวัยเด็กอวัยวะภายในอาจจะยังทำงานไม่เต็มที่จึงส่งผลต่อการขับออกของสารเคมีนอกร่างกาย และมีการศึกษาของ Kim S.<sup>(18)</sup> ที่พบว่าอายุและเพศมีผลกระทบต่อสารอนุพันธ์ของสารเคมีด้วย

การประกอบอาชีพที่สัมผัสสารอินทรีย์ระเหยไม่ว่าจะเป็นช่างทาสี ปั๊มน้ำมันหลอด น้ำมันขวดแบ่งขาย รับจ้างกำจัดปลวก ชักรีด เสริมสวยพบว่า มีความเสี่ยงมากกว่าผู้ที่ไม่ได้ประกอบอาชีพเหล่านี้ ซึ่งการใกล้

แหล่งของสารเคมีหรือสัมผัสโดยตรง หากไม่มีอุปกรณ์ป้องกันที่สามารถกันไอระเหยของสารได้ย่อมได้รับสัมผัสมากกว่าผู้ไม่ได้สัมผัส สอดคล้องกับหลายการศึกษา เช่น Crebelli R.<sup>(19)</sup> พบว่าตำรวจจราจรปฏิบัติงานอยู่ใกล้แหล่งถนนจะรับสัมผัสสารเบนซีนมากกว่า ตำรวจสำนักงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.8 และ 3.5 ug/m<sup>3</sup> ตามลำดับ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Waiyanatha S.<sup>(20)</sup> ได้ศึกษาที่เซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน พบว่าคนที่สัมผัสเบนซีนในอากาศมากกว่า 31 ส่วนในล้านส่วน มี biomarker ในปีสภาวะเท่ากับ 46.1 ug/l ซึ่งมากกว่าคนที่สัมผัสเบนซีน น้อยกว่า 31 ส่วนในล้านส่วน มี biomarker ในปีสภาวะเท่ากับ 0.069 ug/l และ สอดคล้องกับการศึกษาในจังหวัดนครราชสีมา<sup>(21)</sup> พบว่าระดับสารเบนซีนในเลือดของผู้ประกอบอาชีพสัมผัสสารเบนซีนหลังการทำงานสูงกว่าก่อนทำงานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และ Peter P E.<sup>(22)</sup> ได้เก็บตัวอย่างลมหายใจผู้ที่ทำงานสัมผัสสารเบนซีน พบความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมเช่นกัน

จากผลการศึกษาในผู้ที่สูบบุหรี่มีความเสี่ยงต่อการรับสัมผัสสารเบนซีนมากกว่าผู้ที่ไม่สูบบุหรี่ถึง 3.25 เท่า ซึ่งการเผาไหม้ของบุหรี่ทำให้เกิดสารเบนซีนออกมาและผู้สูบบุหรี่จะได้รับสัมผัสในปริมาณมากถึงแม้ว่าจะไม่ได้รับการปฏิบัติงาน ซึ่งมีการศึกษาที่หลากหลายที่กล่าวถึงการได้รับสารเบนซีนจากการสูบบุหรี่<sup>(19,22-24)</sup> ส่วนการศึกษาในประเทศไทย Trapuphasiam P.<sup>(25)</sup> พบว่ากลุ่มผู้สูบบุหรี่จะมีกรดมิวโคโคนิกมากกว่ากลุ่มที่ไม่สูบบุหรี่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปัจจัยด้านพฤติกรรม การดื่มแอลกอฮอล์เป็นประจำ เคยดื่ม มีความเสี่ยงต่อการรับสัมผัสสารเบนซีนมากกว่าผู้ที่ไม่ดื่ม 2.40, 1.65 เท่า ซึ่งแอลกอฮอล์จะมีปฏิกิริยาชีวเคมีทางเมตาบอลิซึมในตับและเนื้อเยื่อ แปรสภาพให้เป็นพิษมากขึ้นหรือน้อยลงและขึ้นอยู่กับปริมาณแอลกอฮอล์หรือสารเคมีอื่นในกระแสเลือดและเนื้อเยื่อ ทั้งนี้ตับเป็นอวัยวะสำคัญในการกำจัดสารพิษออกจากร่างกาย โดยจะปรับเปลี่ยนโครงสร้างเพื่อให้อยู่ในรูปของการละลายน้ำได้ดีขึ้น

เพิ่มความสามารถในการขับความเป็นพิษออกจากร่างกาย จึงเป็นได้ว่าการที่คนที่ดื่มแอลกอฮอล์จะมีการทำงานของตับเพิ่มขึ้น หรือพยาธิสภาพเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลต่อความสามารถในการย่อยสลายสารเบนซีน และกำจัดออกจากร่างกาย

นอกจากนี้ การศึกษาครั้งนี้ได้เปรียบเทียบระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับระดับกรดมิวโคโคนิกพบว่าปัจจัยด้านด้านการรับกลิ่นและระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในเขตควบคุมมลพิษต่างกันระดับกรดมิวโคโคนิกไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกันทั้งประชาชนและนักเรียน ซึ่งการรับกลิ่นอาจเกิดจากความไวของการรับสัมผัสกลิ่นแต่ละคนไม่เท่ากัน และในพื้นที่มาตาพุดมีอุตสาหกรรมขนาดเล็กในชุมชนที่ส่งกลิ่นเหม็นรบกวน เช่น โรงงานแปรรูปมันสำปะหลังจะมีลานคอนกรีตขนาดใหญ่สำหรับตากมัน ซึ่งเป็นผลผลิตดั้งเดิมของท้องถิ่นในฤดูกาลเก็บเกี่ยวจะส่งกลิ่นเหม็นฟุ้งในบริเวณกว้าง ซึ่งกลิ่นที่ได้รับอาจจะไม่ใช่กลิ่นของสารเคมีโดยเฉพาะสารเบนซีนหรือสารเคมีเพียงอย่างเดียว และปัจจัยด้านระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในเขตควบคุมมลพิษสามารถอธิบายได้ว่า สารเบนซีนมีค่าครึ่งชีวิตที่ไม่ยาวนานประมาณ 48 ชั่วโมงหากไม่ได้รับสัมผัสเพิ่ม สามารถที่จะขับออกจากร่างกายได้ สอดคล้องกับพงค์เทพ วิวรรณระเดช<sup>(26)</sup> กล่าวว่า การกำจัดสารเบนซีนออกจากร่างกายทางปัสสาวะจะมีมากที่สุดในช่วง 2 วันแรก และมากกว่าร้อยละ 80 จะกำจัดหมดภายใน 8 ชั่วโมงแรก และฉัตรชัย ชุมกระโทก<sup>(21)</sup> กล่าวว่า การรับสัมผัสสารเบนซีนจะถูกขับทางลมหายใจร้อยละ 25-50 จากการทบทวนจะเห็นว่าสารเบนซีนที่รับสัมผัสเข้าสู่ร่างกายสามารถขับออกได้เร็วเช่นกัน ดังนั้นหากผู้รับสัมผัสไม่ได้รับอย่างต่อเนื่องทุกวันสามารถที่จะขับออกได้เช่นกัน ไม่ได้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาไม่นานหลาย ๆ ปีที่อาศัย แต่ขึ้นอยู่กับค่าครึ่งชีวิตและปริมาณการสัมผัสด้วย

## ข้อยุติ

1. ประชาชนที่ห่างจากรั้วนิคมอุตสาหกรรมมาก

กว่า 2 กิโลเมตรมีความเสี่ยงมากกว่าประชาชนที่อยู่ใกล้กว่า 2 กิโลเมตร ซึ่งเกิดจากปล่องระบายควันในนิคมมาตาพุดจะมีความสูง 100-150 เมตร ทั้งหมดประมาณ 150 ปล่อง และจากการจราจรที่อยู่ใกล้เส้นทางหลัก ผลที่ได้จึงควรนำไปสู่นโยบายการปรับลดมลพิษที่ระบายออกจากแหล่งกำเนิด และเข้มงวดกับการตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ระบายออกจากแหล่งกำเนิดเพิ่มขึ้น

2. นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนที่อยู่ใกล้อุตสาหกรรมมีความเสี่ยงต่อการรับสัมผัสสารเบนซีนมากกว่าโรงเรียนที่อยู่ไกล เพราะอยู่ตั้งอยู่ติดขอบรั้วนิคมอุตสาหกรรม ผลครั้งนี้ควรนำไปสู่มาตรการควบคุมที่แหล่งกำเนิด จัดทำเขตแนวกันชน ของสารเคมีอย่างจริงจังและชัดเจนมากขึ้น

3. การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในประเมินการรับสัมผัสสารเบนซีนและผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนจากมลพิษสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นฐานข้อมูลการเฝ้าระวังสภาวะสุขภาพของประชาชนในเขตควบคุมมลพิษจังหวัดระยอง ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการควบคุมป้องกันมลพิษทางอากาศได้ในอนาคต

### เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 5 พ.ศ. 2525-2529. บทที่ 2 การพื้นที่ 3 จังหวัดชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก. 2525.
2. คณะกรรมการวิชาการศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครราชสีมา. สารเบนซีน กายอันตรายใกล้ตัว. ข่าวศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครราชสีมา. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2550.
3. อาภา หวังเกียรติ. ปัญหามลพิษและผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน แนวทางการดำเนินงานของรัฐ และข้อเสนอต่อการแก้ไขปัญหากรณีพื้นที่อุตสาหกรรม อำเภอเมืองและอำเภอบ้านฉาง จังหวัดระยอง. ปทุมธานี: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต; 2550.
4. เพ็ญโฉม แซ่ตั้ง, วลัยพร मुखสุวรรณ. การประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากการพัฒนานิคมอุตสาหกรรมมาตาพุดและพื้นที่ใกล้เคียง. วารสารวิจัยระบบสุขภาพ. สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข. 2546.

5. กรมควบคุมมลพิษ. ค่าเฉลี่ย 12 เดือนของสาร Benzene บริเวณพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาตาพุด จังหวัดระยอง. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อวันที่ 25 สิงหาคม 2556. แหล่งข้อมูล: <http://aqnis.pcd.go.th/VOCold/VOCsdata 49-55.htm>.
6. กรีนพีซ. ผลตรวจสารอินทรีย์ระเหยง่ายภาคประชาชนและภัยคุกคามด้านสุขภาพที่มาตาพุด. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อวันที่ 2 สิงหาคม 2556. แหล่งข้อมูล: <http://www.greenpeace.org/seasia/th/news/mabtaphut/>
7. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 32 เรื่อง กำหนดให้ท้องที่เขตตำบลมาตาพุด ตำบลห้วยโป่ง ตำบลเนินพระ ตำบลทับมา อำเภอเมืองระยอง จังหวัดระยองทั้งตำบล ตำบลมาตาพุด อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยองทั้งตำบล และตำบลบ้านฉาง อำเภอบ้านฉาง จังหวัดระยองทั้งตำบล รวมทั้งพื้นที่ทะเลภายในแนวเขตเป็นเขตควบคุมมลพิษ. เล่มที่ 126 ตอนพิเศษ 64 ง. 2552; 99.
8. กลุ่มภารกิจด้านข้อมูลข่าวสารคุณภาพ. ผู้ป่วยในกับอัตราป่วยประชากร 100,000 คน. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อวันที่ 16 ตุลาคม 2556. แหล่งข้อมูล: <http://bps.ops.moph.go.th/Healthinformation/index.htm>
9. Navasumrit P, Chanvaivit S, Intarasunanont P, Arayasiri M, Lauhareungpanya N, Parnlob V, et al. Environmental and occupational exposure to benzene in Thailand. *Chem Biol Interact* 2005;30:153-4.
10. นันทพร ภัทรพุท. ผู้ประกอบอาชีพขับรถมอเตอร์ไซค์รับจ้างกับความเสี่ยงสัมผัส สารเบนซีนในจังหวัดชลบุรี. ชลบุรี: คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา; 2548.
11. Arayasiri M, Mahidol C, Nayasumrit P, Autrup H, Ruchirawat M. Biomonitoring of benzene and 1,3 butadiene exposure and early biological effects in traffic policeman. *Sci Total Environ* 2010;20:408-20.
12. Leong ST, Laortanakul P. Indicators of benzene emissions and exposure in Bangkok street. *Environmental Research* 2003;92:173-81.
13. Navasumrit P, Chanvaivit S, Intarasunanont P, Arayasiri M, Lauhareungpanya N, Parnlob V, environmental and occupational exposure to benzene in Thailand. *Chem Biol Interact* 2005;30:153-4.
14. Kibble A, Harrison R. Point sources of air pollution. *Occupational Medicine* 2005;55:425-31.
15. Parodi S, Vercilli M, Stella A, Stagnaro E, Valerio F. Lymphohaematopoietic system cancer incidence in an urban area near a coke oven plant: an ecological investigation. *Occup Environ Med* 2003;60:187-94.
16. อนามัย เทศกะทีก. อาชีวอนามัยและความปลอดภัย. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์; 2553
17. Jeyaratanam J, Chib KS. Occupational health in national development. Singapore: World scientific; 1994.
18. Kim S, Vermeulen R, Waidanatha S, Johnson AB, Lan Q, Smith TM, et al. Modeling human metabolism of benzene following occupational and environment exposures. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 2006;

- 15:2246-52.
19. Crebelli R, Tomei F, Zijno A, Ghittori S, Imbriani M, Gamberale D, Carere A. Exposure to benzene in urban workers: environmental and biological monitoring of traffic police in rome. *Occup Environ Med* 2001;58: 165-71.
  20. Waidyanatha S, Rothman N, Fustinoni S, Smith TM, Hayes BR, Bechtold W, et al. Urinary benzene as a biomarker of exposure among occupationally exposure and unexposure subjects. *Carcinogenesis* 2001; 22(2):279-86.
  21. นัทรชัย ชุมกระโทก. การตรวจระดับสารเบนซีนในเลือดด้วยเทคนิคเฮตสเปซโซลิตเฟสไมโครเอกซ์แทรกชันของผู้ที่ประกอบอาชีพสัมผัสสารเบนซีนในเขตเทศบาลนครราชสีมา. *วารสารราชพฤกษ์* 2552;6(2):117-25.
  22. Peter PE, French NL, Gwin KK, Picciotto HI, Rappaport MS. Self-collected breath sampling for monitoring low-level benzene exposure among automobile mechanics. *Ann Occup Hyg* 2002;46 (5):489-500.
  23. Fustinoni S, Consonni D, Campo L, Buratti M, Colombi A, Pesatori AC, et al. Monitoring low benzene exposure: comparative evaluation of urinary biomarkers, influence of cigarette smoking and genetic polymorphisms. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2005; 14:2237-44.
  24. Appel BR. Benzene, benzo (a) pyrene and lead in smoke from tobacco products other than cigarettes. *Am J Public Health* 1990;80(5):560-64.
  25. Trapuphasiam P, Kongtip P, Wongwit W, Fungladda W, Kitayaporn D. Simultaneous determination of t,t-muconic acid and s-phenylmercapturic acid by high pressure liquid chromatography and its application. *Southeast Asian Trop Med Public Health* 2004;35:717-23.
  26. พงศ์เทพ วิวรรณเดชะ. คู่มือเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพจากสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศ. เชียงใหม่: คณะเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2553.

**Abstract**    **Benzene Exposure and Health Effects on Residents in Mab Ta Phut Pollution Control Area, Rayong Province**

**Suppachai Iamkulworaphong**

Mab Ta Phut, Rayong

*Journal of Health Science* 2013; 22:802-816.

This cross-sectional descriptive study was designed for exposure assessment of Benzene and its health effects on residents in Mab Ta Phut Control Area Rayong province. Questionnaire, blood test for CBC BUN, Creatinine, SGOT SGPT, urine t,t muconic acid (BEI of Benzene), GPS of participants was collected during February-September 2010. In all, 10,238 participants were divided into adult and student groups. Chi square and odds ratio, 95%CI were used in data analysis.

In the adult group, 6,733 participants were mostly female (72.6%) and resided in 2 sub-districts: Noen Phra (21.7%) and Mab Ta Phut (21.4%). The average distance from their houses to the boundary of the industrial estate was 5.12 kms. It was found that factors affecting significant differences of levels of urine t,t muconic acid were distance from house to the boundary of the industrial estate, sex, age, history of exposure of VOCs, smoking status and alcohol drinking status. In the student group, 3,505 participants were mostly female (50.8%), aged 13 years on average and resided in Mab Ta Phut (32.4%), Huay Pong sub district (30.2%). They lived more than 10 years and were in high schools. Significant differences of levels of urine t,t muconic acid were shown to be under the influences of distance from school to the boundary of the industrial estate, sex and age.

It is recommended that emission control at sources and continuous emission monitoring should be considered in connection with an effective buffer zone.

**Key words:** benzene, health effect, Mab Ta Phut, population, student