doi:10.4186/ejth.2010.2.3.1

การประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย(สารวีโอซี)ของพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในเขตกรุงเทพมหานคร

ไพลิน ทวีวงษ์[1], ศิริมา ปัญญาเมธีกุล[1]* และ ทรรศนีย์ พฤกษาสิทธิ์[2]

[1] ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ ประเทศไทย 10330

[2] ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ ประเทศไทย 10330

E-mail : phailinka@hotmail.com[1], sirima.p@chula.ac.th[1]* and tassanee.c@chula.ac.th[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้แสดงผลของการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย (สารวีโอซี) ของพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในเขตกรุงเทพมหานครโดย ทำการเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ระหว่างเวลา 6.00 – 14.00 น. โดยใช้ passive gas tube จากสารละลายมาตรฐานวีโอซีทั้ง 51 ชนิด สามารถรายงานค่าความเข้มข้นสารวีโอซี 10 ชนิดหลักในหน่วยของไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร และพบในทุกพื้นที่ศึกษา ได้แก่ methyl-tertiary-butyl-ether (MTBE), benzene, isooctane, n-heptane, toluene, ethylbenzene, m,p-xylene, o-xylene/ stylene, 3-ethylbenzene และ decanal ซึ่งปริมาณเฉลี่ยอยู่ในช่วงตั้งแต่ 638 - 1628, 308 - 852, 20 - 49, 140 - 401, 270 - 682, 10 - 27, 22 - 58, 11 - 20, 13 - 26 และ 1.8 – 9.8 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ จากผลการตรวจวัดสารวีโอซีดังกล่าว ชนิดสารที่สามารถนำมาประเมินความเสี่ยงได้มี 5 ชนิด คือ MTBE, benzene, ethylbenzene, toluene และ xylene ผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าพนักงานมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งเนื่องจากรับสัมผัสสาร MTBE และ benzene ที่ระดับ 2.41×10^{-5} - 1.18×10^{-4} และ 3.42×10^{-4}- 1.23×10^{-3} ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าค่าที่ยอมรับได้ที่กำหนดไว้ที่ 1 x 10^{-6} ขณะที่ระดับความเสี่ยงของสาร ethylbenzene เท่ากับ 1.55×10^{-6} - 5.83×10^{-6} ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ส่วนค่าความเสี่ยงของสาร toluene และ xylene ที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็งนั้นยังไม่พบโอกาสในการเพิ่มความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเนื่องจากมีค่า HQ เท่ากับ 0.01 - 0.04 และ 0.03 - 0.10 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1

คำสืบค้น

หลอดเก็บตัวอย่างแบบพาสซีฟ GC-FID เบนซิน methyl-tertiary-butyl-ether (MTBE)

doi:10.4186/ejth.2010.2.3.1

EXPOSURE RISK ASSESSMENT OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS (VOCS) OF THE WORKERS AT GAS STATION IN BANGKOK

Phailin Thaveevongs[1], Sirima Panyamateekul[1]* and Tassanee Prueksasit[2]

[1] Department of Environment, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand 10330
[2] Department of General Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand 10330

E-mail : phailinka@hotmail.com[1], sirima.p@chula.ac.th[1]* and tassanee.c@chula.ac.th[2]

ABSTRACT

The outcome of this research is the exposure of volatile organic compounds (VOCs) of the workers at gas station in Bangkok. Each sample was collected for 8 hours from 6 am to 2 pm using a passive gas tube. Considering fifty one components of standard VOCs, only ten species were able to report in µg/m^3 unit and were found at all stations, including methyl-tertiary-butyl-ether (MTBE), benzene, isooctane, n-heptane, toluene, ethylbenzene, m,p-xylene, o-xylene, stylene, 3-ethylbenzene and decanal. The average concentrations shown in the range of 638-1628, 308-852, 20-49, 140-401, 270-682, 10-27, 22-58, 11-20, 13-26 and 1.8–9.8 µg/m^3, respectively. Of all detectable VOCs species mentioned above, five compounds being estimated health risk were MTBE, benzene, ethylbenzene, toluene and xylene. The result reveals that cancer risk level of the workers exposed to MTBE and benzene were in the range of 2.41×10^{-5} - 1.18×10^{-4} and 3.42×10^{-4}- 1.23×10^{-3}, respectively. Such levels were higher than an acceptable criteria defined as 1×10^{-6}. While, the exposure level of ethylbenzene, 1.55×10^{-6} - 5.83×10^{-6}, was within an acceptable criteria. Besides, no increased of non-cancer risk was found for exposure to toluene and xylene, since their HQ were less than 1, i.e., 0.0 - 0.04 and 0.03 - 0.10

KEYWORDS

passive gas tube, GC-FID, benzene, methyl-tertiary-butyl-ether (MTBE)

doi:10.4186/ejth.2010.2.3.1

I. บทนำ

มลพิษอากาศเป็นปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นเมืองใหญ่มีการพัฒนาและขยายตัวทางด้านพลังงาน การท่องเที่ยว และการคมนาคม ปัญหาการจราจรที่หนาแน่นอันเกิดจากการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของยานพาหนะและการขนส่ง จากการเพิ่มขึ้นของปริมาณยานพาหนะนี้ทำให้ปริมาณความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงสูงขึ้นและมีการขยายตัวของสถานีบริการน้ำมันซึ่งกระจายอยู่ทั่วไปในเขตกรุงเทพมหานครอย่างรวดเร็ว ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศอันเนื่องมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของรถยนต์ประเภทต่างๆ

การระเหยของสารวีโอซีจากระบบการกักเก็บและแหล่งจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงถือเป็นสาเหตุที่สำคัญของปัญหามลพิษทางอากาศโดยเฉพาะในเขตเมืองและ เขตอุตสาหกรรมซึ่งกำลังเป็นปัญหาที่ขยายวงกว้างไปทุกแห่ง [1] นอกจากนี้ยังพบว่าสารที่ระเหยจากน้ำมันเชื้อเพลิงและไอเสียรถยนต์ ถือเป็นแหล่งกำเนิดสารวีโอซีที่สำคัญต่อกลุ่มคนทำงานและคนทั่วไปที่ได้รับสัมผัส โดยเฉพาะที่สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงถึงแม้ว่าผู้ประกอบกิจการทางด้านธุรกิจน้ำมันได้มีการติดตั้งเครื่องมือป้องกันสารอินทรีย์ระเหยไว้ในเบื้องต้นแล้วก็ตาม อย่างไรก็ตามคนทั่วไปก็อาจรับสัมผัสสารดังกล่าวได้ในขณะที่เติมน้ำมันตามสถานีบริการน้ำมัน รวมถึงกลุ่มคนงานพนักงานขนส่งน้ำมัน และพนักงานที่ทำงานในสถานีบริการน้ำมันที่ต้องทำงานสัมผัสกับน้ำมันเชื้อเพลิงโดยตรง

กรุงเทพมหานครเป็นเมืองหลวงที่มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น และกำลังประสบกับปัญหามลพิษทางอากาศที่เพิ่มมากขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ซึ่งส่งผลต่อการเกิดสารวีโอซี แพร่กระจายอยู่ในชั้นบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น [2] จึงกล่าวได้ว่ากรุงเทพมหานครเป็นตัวแทนของสิ่งแวดล้อมเมืองที่น่าสนใจในการศึกษาเรื่องสารวีโอซี นอกจากนี้การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสารวีโอซีในประเทศไทยยังมีน้อย และส่วนใหญ่เป็นการตรวจวัดปริมาณสารวีโอซีในบรรยากาศทั่วไปหรือทำการตรวจวัดในส่วนของโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงกลั่นน้ำมัน อุตสาหกรรมเคมี เป็นต้น การตรวจวัดสารวีโอซีในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงและปริมาณการรับสัมผัสสารวีโอซีในตัวบุคคลที่ทำงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงยังไม่มีการศึกษามากนัก

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของการรับสัมผัสสารวีโอซีของพนักงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง โดยการหาชนิดกับความเข้มข้นของสารวีโอซีในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในเขตกรุงเทพมหานครพร้อมทั้งนำค่าที่ตรวจวัดได้มาประเมินความเสี่ยงที่พนักงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงได้รับสัมผัส

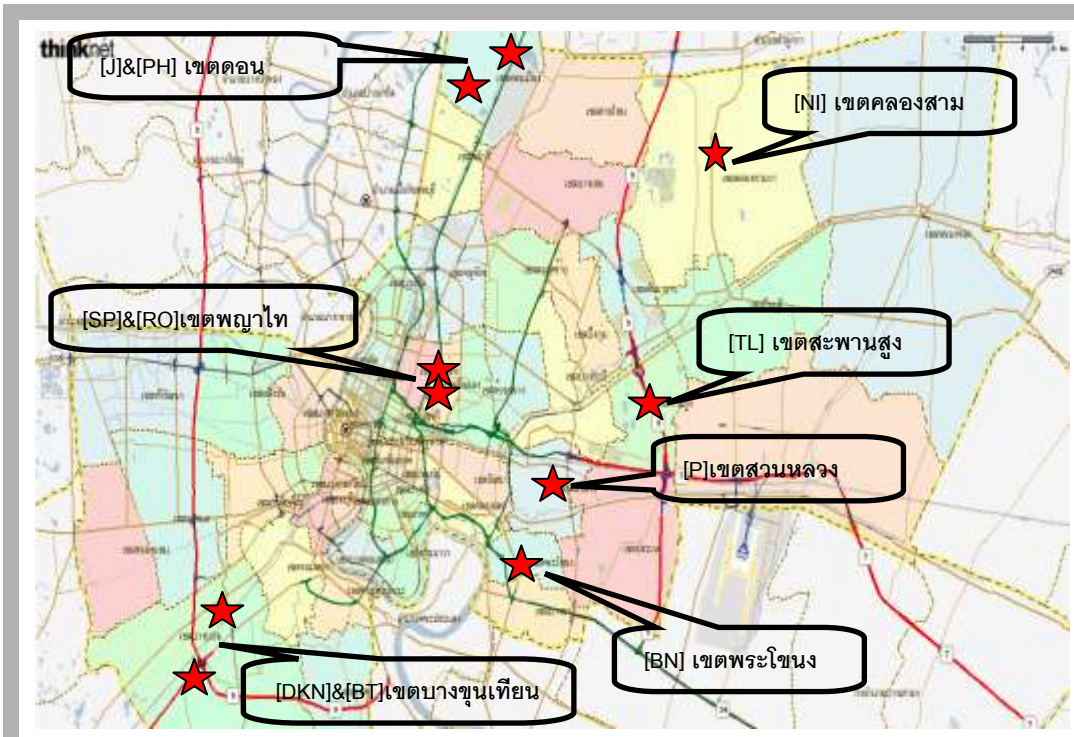
II. ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาชนิดและปริมาณของสารอินทรีย์ระเหยจากบริเวณสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 10 สถานี ทำการเก็บตัวอย่างจากพนักงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง โดยทำการติดหลอด passive gas tube ตรงบริเวณหน้าอกของพนักงานเป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมงเพื่อทราบปริมาณการรับสัมผัสสารวีโอซีในแต่ละวัน เป็นระยะเวลา 7 วัน ตั้งแต่วันที่ 29 ตุลาคม – 4 พฤศจิกายน 2551 จากนั้นทำการวิเคราะห์หาชนิดและความเข้มข้นของสารวีโอซี โดยใช้เครื่องก๊าซโครมาโตกราฟฟี (GC-FID) รายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการศึกษาต่างๆดังต่อไปนี้

doi:10.4186/ejth.2010.2.3.1

2.1 กำหนดพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา

พื้นที่การศึกษาครอบคลุมทั่วเขตกรุงเทพมหานครจำนวน 10 สถานี ได้แก่ (1) สวัสดิการ ร.1 รอ. [RO] (2) สวัสดิการสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (บางนาขาออก) [BN] (3)บางขุนเทียน [BT] (4)การท่าอากาศยาน 2 [J] (5)นิมิตใหม่ [NI] (6)สนามเป้า [SP] (7) การทางพิเศษ (ด่วนดาวคะนอง) [DKN] (8)พหลโยธิน [PH] (9)พัฒนาการ [P] และ (10)สุขาภิบาล 3 [TL] ตำแหน่งของแต่ละสถานีดังปรากฏในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ตำแหน่งพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา

2.2 ทำการทดลองเบื้องต้น

การทดลองเบื้องต้นนั้นเป็นส่วนเริ่มแรกในงานวิจัยเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ก่อนการเก็บตัวอย่างจริง รายละเอียดการทดลองศึกษาได้ใน [3]

2.3 การเก็บตัวอย่างการรับสัมผัสสารวีโอซีของพนักงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการเก็บตัวอย่าง คือ passive sampler เป็นหลอดชนิด PTFE passive gas tube ผลิตโดยบริษัท Shibata Scientific Technology ที่บรรจุ granular activated charcoal หลอดมีความยาว 30.30 $\pm$ 0.37 mm และมีปริมาณของ granular activated charcoal 194.4 $\pm$ 3.8 mg โดยใช้หลอด passive gas tube เก็บตัวอย่างอากาศที่ตัวบุคคลจำนวน 2 คน บริเวณเหนือหน้าอก เก็บตัวอย่างเป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมงในชั่วโมงทำงานตั้งแต่ 6.00 – 14.00 น. เป็นระยะเวลา 7 วัน โดยระหว่างที่มีการเก็บตัวอย่างจากพนักงานได้ทำการเก็บตัวอย่างบริเวณกลางสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงควบคู่กันไปด้วย ในแต่ละวันเมื่อเก็บตัวอย่างครบตามกำหนดเวลาแล้วทำการเก็บรักษาตัวอย่างโดยนำหลอดเก็บตัวอย่างเก็บในถุงอลูมิเนียมแล้วปิดให้สนิททันที และทำการเก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส

doi:10.4186/ejth.2010.2.3.1

2.4 การสกัดตัวอย่างสารวีโอซี

ภายหลังจากที่เก็บตัวอย่างมาแล้วนำมาทำการสกัดโดยนำ activated charcoal ใน passive gas tube มาบรรจุในหลอดแก้วทดลองผสมกับตัวทำละลาย carbon disulfide (CS_2) ปริมาตร 1 ml ฉีดสารละลายมาตรฐาน toluene-d8 (Internal standard) หลังจากนั้นทิ้งไว้ 30 นาที แล้วแยกสารละลายส่วนที่ใสที่ผ่านกระบวนการสกัดแล้วไปวิเคราะห์ชนิดและปริมาณด้วยเครื่อง gas chromatography รุ่น 6890N ต่อกับ detector ชนิด flame ionization detector (GC-FID) โดยใช้โปรแกรม HP Chem Station และติดตั้ง capillary column DB-5MS ขนาด 60 m × 32 mm 1.0 μm film thickness

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของความเข้มข้นวีโอซีที่ตรวจพบในแต่ละจุด โดยใช้โปรแกรม T-test และ ANOVA

2.6 การประเมินความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสสารวีโอซี

2.6.1 การวิเคราะห์ค่าความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง (Cancer risk)

สำหรับสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง สามารถทำการประเมินความเสี่ยง และคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Cancer Risk} = \text{CDI} \times \text{SF} \quad (1)$$

เมื่อ $\text{CDI} = (C \times IR \times EF \times ET \times ED \times CF) / (BW \times AT)$

$\text{SF} = \text{Slope factor}$

ถ้า Risk มีค่าน้อยกว่า 1×10^{-6} สามารถยอมรับได้คือ ไม่เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสสาร

2.6.2 การวิเคราะห์ค่าความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสสารที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง (Non-Cancer risk)

สำหรับสารที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง สามารถทำการประเมินความเสี่ยง และคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$\text{HQ} = \text{ADD} / \text{ADI} \quad (2)$$

เมื่อ $\text{ADD} = (C \times IR \times EF \times ET \times ED \times CF) / (BW \times AT)$

$\text{ADI} = \text{Acceptable daily intake} = \text{RfD}$

ถ้า $\text{ADD} / \text{ADI} > 1$ อาจจะก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสสาร

$\text{ADD} / \text{ADI} < 1$ คาดว่าจะไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสสาร

สำหรับค่า ADD หรือ CDI เป็นปริมาณการรับสัมผัส VOCs โดยการหายใจ ซึ่งสามารถทำการคำนวณปริมาณการรับสัมผัส VOCs โดยการหายใจได้จากสมการที่ (3)

$$\text{ADD} = (C \times IR \times EF \times ET \times ED \times CF) / (BW \times AT) \quad (3)$$

doi:10.4186/ejth.2010.2.3.1

เมื่อ ADD = ปริมาณการรับสัมผัส VOCs ใน 1 วัน (mg/kg BW-day)

C = ความเข้มข้นของ VOCs ที่บุคคลได้รับสัมผัสใน 1 วัน ($\mu g/m^3$)

IR = อัตราการหายใจ (0.875 m^3/ hour)

ET = เวลาในการรับสัมผัส VOCs (8 hour)

EF = ความถี่ของการรับสัมผัส VOCs (350 days/year)

ED = ระยะเวลาที่ได้รับสัมผัส VOCs (30 years)

CF = conversion factor (10^{-3} mg/µg)

BW = น้ำหนักตัว (70 kg)

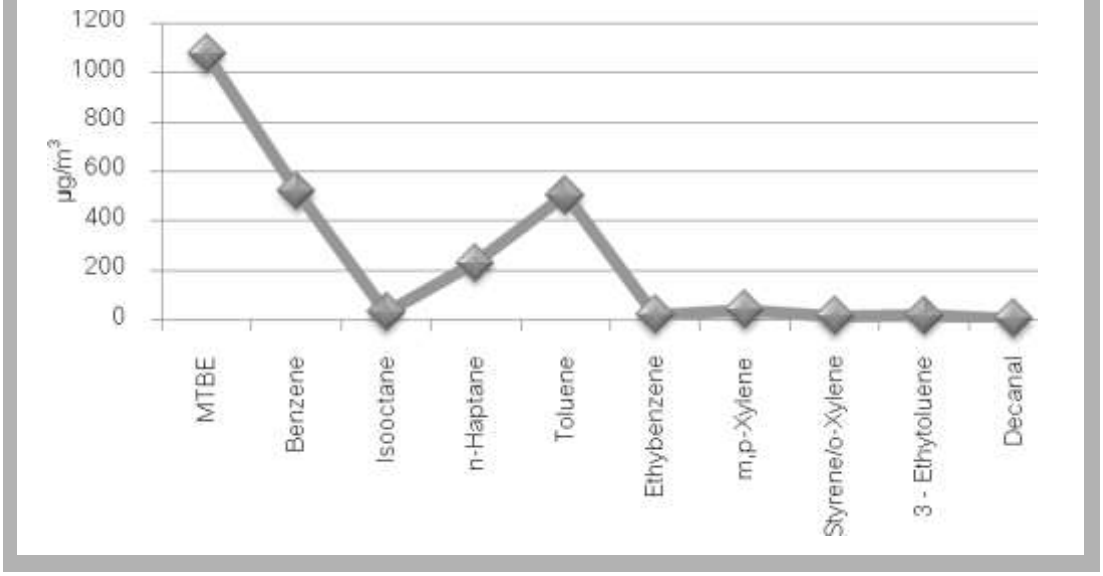
AT = ระยะเวลาเฉลี่ยที่ได้รับสัมผัส VOCs (70x365 = 25,550 days)

(ค่า Slope factor ที่ใช้ในการคำนวณอ้างอิงจาก [4] (2009))

III. ผลการศึกษา

3.1 ชนิดและปริมาณของสารวีโอซีที่พนักงานได้รับสัมผัส

จากการเก็บตัวอย่างการรับสัมผัสสารวีโอซีของบุคคลที่ทำงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 10 สถานี ผลการศึกษาสารวีโอซี 10 ชนิดหลักที่สามารถรายงานในหน่วยของไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร และพบในทุกพื้นที่ศึกษา ได้แก่ MTBE, benzene, isooctane, n-haptane, toluene, ethylbenzene, m,p-xylene, o-xylene /styrene, 3–ethytoluene และ decanal ซึ่งมีปริมาณเฉลี่ยอยู่ในช่วงตั้งแต่ 638 - 1628, 308 - 852, 20 - 49, 140 - 401, 270 - 682, 10 - 27 , 22 - 58 , 11 - 20 , 13 - 26 และ 1.8 – 9.8 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 2

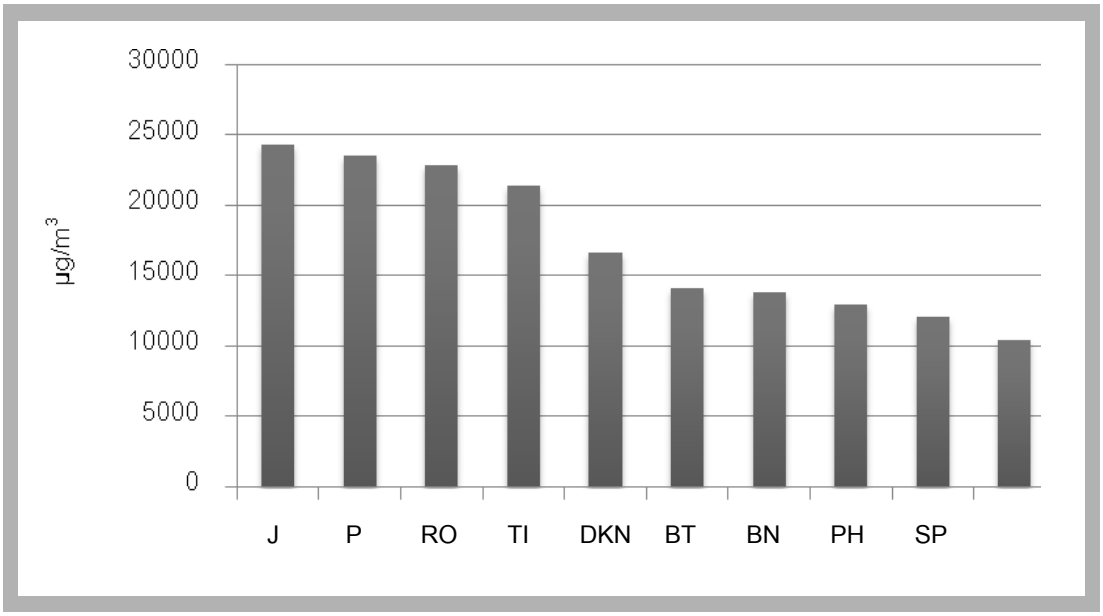


รูปที่ 2 ปริมาณเฉลี่ยของสารวีโอซี 10 ชนิดในทุกพื้นที่การศึกษา

เมื่อนำปริมาณความเข้มข้นของสารวีโอซีทั้ง 10 ชนิดที่ตรวจพบในแต่ละพื้นที่ศึกษามาเปรียบเทียบกันดังรูปที่ 3 พบว่าปริมาณสารวีโอซีรวมสูงสุดที่สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงสาขาการท่าอากาศยาน 2 เมื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยซึ่งทำผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS โดยในเบื้องต้นได้ทำการวิเคราะห์โดยวิธี T-test เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์โดยรวมของแต่ละสถานีที่ทำการเก็บตัวอย่างว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ให้ละเอียดมากขึ้นด้วยวิธี

doi:10.4186/ejth.2010.2.3.1

compaired mean one way ANOVA โดยทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (หรือที่ p-value = 0.05) ผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณการรับสัมผัสสารวีโอซีรวมของพนักงานในบริเวณสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ทั้ง 10 พื้นที่สามารถอธิบายถึงค่าความแตกต่างได้ดังนี้ ในทุกสถานีที่ทำการศึกษามีเพียงสถานีเดียวที่มีความแตกต่างจากสถานีอื่น คือ สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงสาขานิมิตใหม่ ซึ่งค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิตินั้นพบปริมาณสารวีโอซีรวมต่ำที่สุด เนื่องมาจากพื้นที่การศึกษานิมิตใหม่เป็นพื้นที่ควบคุมและมีสภาพแวดล้อมที่อยู่ชานเมือง สภาพการจราจรไม่หนาแน่น ลักษณะโดยรอบสถานีเป็นพื้นที่แบบเปิดโล่ง ไม่มีอาคารล้อมรอบ ทำให้พบปริมาณสารวีโอซีต่ำ ส่วนพื้นที่ที่พบสารวีโอซีในปริมาณที่ค่อนข้างสูงคือ การท่าอากาศยาน 2 พัฒนาการ สวัสดิการ ร1.รอ. และสาขาสุขาภิบาล 3 เนื่องด้วยลักษณะพื้นที่โดยรอบสถานีอยู่ติดกับถนนสายหลักตั้งอยู่ในใจกลางเมืองมีการจราจรหนาแน่น พื้นที่โดยรอบอยู่ติดอาคาร ทำให้จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารวีโอซีพบสารวีโอซีในปริมาณที่ค่อนข้างสูง

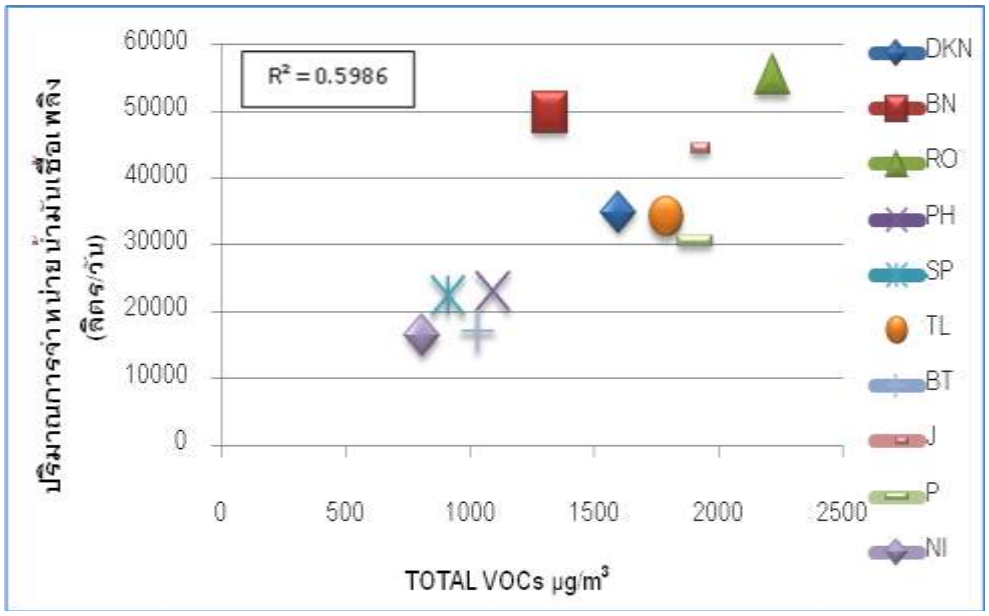


รูปที่ 3
ปริมาณสารวีโอซีรวมในแต่ละพื้นที่

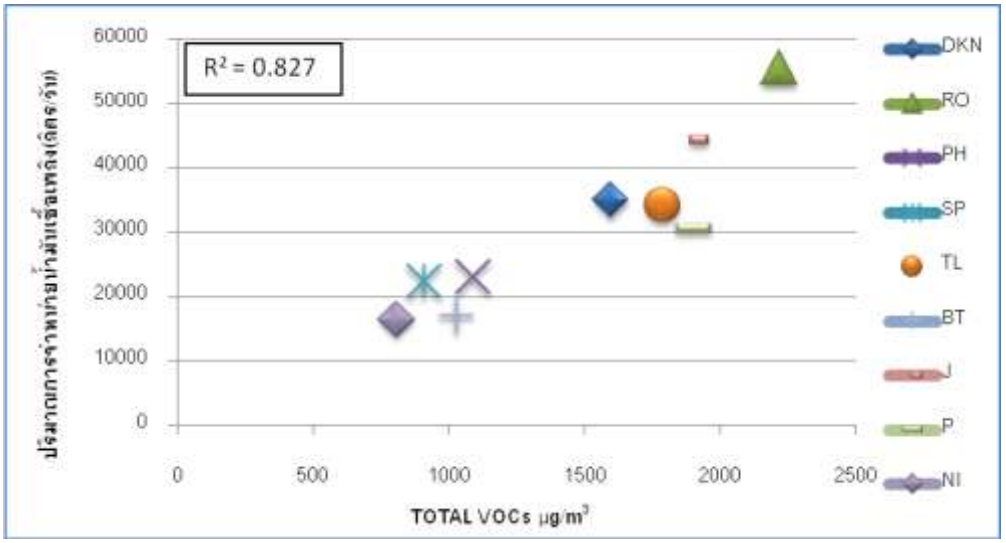
3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของสารวีโอซีรวมกับปริมาณยอดการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของสารวีโอซีรวมกับปริมาณยอดการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงจะเห็นได้ว่าชนิดและปริมาณของสารวีโอซีที่พบจากทั้งหมด 10 พื้นที่ศึกษามีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงดังแสดงในรูปที่ 4 อย่างไรก็ตามค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจหรือ R^2 อยู่ในระดับปานกลาง คือ R^2 = 0.5986 ซึ่งพิจารณาจากการกระจายตัวของข้อมูล ถึงแม้พื้นที่บางนา (ขาออก) (BN) จะมีปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงค่อนข้างสูงแต่ปริมาณความเข้มข้นของสารวีโอซีไม่ได้สูงในระดับเดียวกับที่พบที่สวัสดิการ ร.1 รอ. (RO) จึงทำให้ข้อมูลของพื้นที่บางนา (ขาออก) ไม่อยู่ในเส้นแนวโน้มเดียวกับสถานีอื่น ทั้งนี้อาจเนื่องจากสถานีบางนา (ขาออก) มีลักษณะพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมโดยรอบเป็นที่โล่ง และมีลมพัดค่อนข้างแรงตลอดเวลา จึงทำให้สารเกิดการกระจายตัวได้ดี หากไม่พิจารณาข้อมูลที่สถานีบางนา (ขาออก) (BN) ดังภาพที่ 5 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของสารวีโอซีรวมกับปริมาณยอดการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงค่อนข้างดี โดยพบค่า R^2 = 0.827 แสดงให้เห็นว่าปริมาณสารวีโอซีรวมมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณยอดการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

doi:10.4186/ejth.2010.2.3.1



รูปที่ 4
ปริมาณสารวีโอซีรวมเปรียบเทียบกับปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงที่พบจากทั้งหมด 10 พื้นที่ศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร



รูปที่ 5
ปริมาณสารวีโอซีรวมเปรียบเทียบกับปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงที่พบจากทั้งหมด 9 พื้นที่ศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร

3.3 เปรียบเทียบปริมาณการรับสัมผัสกับค่ามาตรฐานในสถานประกอบการขององค์กรต่าง ๆ

จากการหาปริมาณการรับสัมผัสในทุกพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 10 พื้นที่สามารถนำค่าความเข้มข้นของปริมาณการรับสัมผัสมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานในสถานประกอบการจากองค์กรต่างๆ โดยการใช้ค่า Time Weighted Average ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสารสำหรับการทำงานปกติ 8 ชั่วโมง/วัน หรือ 40 ชั่วโมง/สัปดาห์ โดยที่คนงานเกือบทุกคนสัมผัสสารซ้ำ ๆ หลายๆ วันโดยไม่เกิดอันตรายต่อร่างกาย จากงานวิจัยนี้สามารถรายงานชนิดของสารที่นำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานในสถานประกอบการจากองค์กรต่างๆ ได้ทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ MTBE, benzene และ m, p-xylene ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

doi:10.4186/ejth.2010.2.3.1

เมื่อนำค่าที่ได้จากการหาปริมาณการรับสัมผัสมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานในสถานประกอบการจากองค์กรต่างๆดังแสดงในตารางที่ 1 ปรากฏว่ามีเพียงสาร benzene เท่านั้นที่มีค่าเกินจากค่ามาตรฐานของ OSHA ซึ่งเกินมาจากค่ามาตรฐานทั้งหมด 6 ค่าจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 149 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 4.02 จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการตรวจวัดปริมาณการรับสัมผัสสารวีโอซี ส่วนสารชนิดอื่นๆนั้นเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานในสถานประกอบการจากองค์กรต่างๆแล้วนั้นไม่พบค่าที่เกินจากมาตรฐานที่กำหนดไว้

ตารางที่ 1
เปรียบเทียบปริมาณการรับสัมผัสกับค่ามาตรฐานในสถานประกอบการขององค์กรต่างๆ

สาร	ปริมาณการรับสัมผัส ($\mu g/m^3$)			ค่ามาตรฐานเฉลี่ย 8 ชั่วโมง($\mu g/m^3$)			
	AVG	MIN	MAX	OSHA	ACGIH	EUOEL	NIOSH
BENZENE	518.70	40.39	2,267.03	(1,500) 6/149	(3,100) -	- -	- -
TOLUENE	498.46	71.86	2,500.95	(768,000) -	(76,800) -	(192,000) -	(384,000) -
XYLENE	41.03	9.34	149.30	(435,000) -	(435,000) -	(21,000) -	(435,000) -

หมายเหตุ : - คือ ปริมาณการรับสัมผัสไม่เกินค่ามาตรฐาน
: () ค่าในวงเล็บ คือ ค่าปริมาณการรับสัมผัสตามที่มาตรฐานกำหนด
: ตัวเลขก่อนเครื่องหมาย / คือจำนวนตัวอย่างที่เกินจากค่ามาตรฐาน
: ตัวเลขหลังเครื่องหมาย / คือจำนวนตัวอย่างทั้งหมด

IV. การประเมินความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสสารวีโอซี

จากการวิเคราะห์สารวีโอซี ทั้งหมด 10 ชนิด มีสารที่สามารถนำมาประเมินความเสี่ยงได้ 5 ชนิด คือ MTBE, benzene, ethylbenzene, toluene และ xylene เนื่องจากมีข้อมูลที่เพียงพอต่อการประเมินความเสี่ยง ซึ่งสารที่จัดเป็นสารก่อให้เกิดมะเร็งมี 3 ชนิด คือ MTBE, benzene และethylbenzene และสารที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง 2 ชนิด คือ toluene และ xylene ค่าความเสี่ยงที่วิเคราะห์ได้ดังแสดงในตารางที่ 2 [4]

ตารางที่ 2
ค่าความเสี่ยงโดยเฉลี่ยของการเกิดโรคมะเร็ง (Cancer - Risk: Risk) จากการได้รับสัมผัสสาร

สถานี	Cancer Risk			Non Cancer Risk	
	MTBE	Benzene	Ethylbenzene	Toluene	Xylene
DKN	4.04×10^{-5}	5.38×10^{-4}	2.72×10^{-6}	0.0153	0.0516
BN	3.23×10^{-5}	4.24×10^{-4}	3.05×10^{-6}	0.0130	0.0524
RO	5.75×10^{-5}	7.32×10^{-4}	4.21×10^{-6}	0.0192	0.0783
PH	2.81×10^{-5}	5.07×10^{-4}	2.35×10^{-6}	0.0106	0.0442
SP	2.36×10^{-5}	3.98×10^{-4}	3.12×10^{-6}	0.0118	0.0631
TL	5.46×10^{-5}	6.42×10^{-4}	2.71×10^{-6}	0.0163	0.0555
BT	3.09×10^{-5}	4.61×10^{-4}	3.47×10^{-6}	0.0115	0.0686
J	5.22×10^{-5}	9.47×10^{-4}	3.53×10^{-6}	0.0186	0.0578
P	5.42×10^{-5}	7.76×10^{-4}	4.26×10^{-6}	0.0194	0.0830
NI	2.41×10^{-5}	3.42×10^{-4}	1.55×10^{-6}	0.0077	0.0309

เมื่อเปรียบเทียบค่าความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดมะเร็ง (Cancer risk)กับค่าที่ยอมรับได้คือ 1×10^{-6} ซึ่งหมายความถึงประชากรหนึ่งคนจากล้านคนมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง ดังนั้นจากงานวิจัยนี้ปริมาณการรับสัมผัสสาร benzene มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่าพนักงานมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งที่เม็ดเลือดขาว (Leukemia) อยู่ในช่วงตั้งแต่ 3.42×10^{-4}- 1.23×10^{-3} ในทำนองเดียวกันพนักงานมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรค**มะเร็งต่อมน้ำเหลือง และมะเร็งเม็ดเลือดขาว**เนื่องจากการรับสัมผัสสาร MTBE ร่วมด้วยซึ่งอยู่ในระดับช่วงตั้งแต่ 2.41×10^{-5} - 1.18×10^{-4} สำหรับค่าความเสี่ยงของสาร ethylbenzene มีค่าเท่ากับ1.55×10^{-6} - 5.83×10^{-6} ซึ่งอยู่ในระดับเดียวกับค่าที่ยอมรับได้ แสดงให้เห็นว่ายังอยู่ในระดับที่ไม่มีโอกาสเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสสารชนิดนี้

สำหรับสาร toluene และ xylene พบค่า HQ อยู่ในช่วง 0.0077 - 0.0376 และ 0.0309 - 0.0990 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่า 1 สามารถสรุปได้ว่าสารดังกล่าวยังไม่มีโอกาสไปเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงานที่รับสัมผัสสารทั้ง 2 ชนิด

doi:10.4186/ejth.2010.2.3.1

V. สรุปผลการศึกษา

ผลการตรวจวัดสารวีโอซีใน 10 สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงทำให้ทราบถึงชนิดของสารวีโอซีชนิดหลักที่ตรวจวัดได้ และเมื่อนำค่าปริมาณการรับสัมผัสสารโดยเฉลี่ยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานในสถานประกอบการขององค์กรต่างๆ โดยการใช้ค่า Time Weighted Average ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสารสำหรับการทำงานปกติ 8 ชั่วโมง/วัน หรือ 40 ชั่วโมง/สัปดาห์ โดยที่คนงานเกือบทุกคนสัมผัสสารซ้ำ ๆ หลายๆ วันโดยไม่เกิดอันตรายต่อร่างกาย ยังไม่พบค่าที่เกินจากมาตรฐานที่องค์กรต่างๆ ได้กำหนดไว้ อย่างไรก็ตามสารวีโอซีบางชนิดที่ตรวจวัดได้เป็นสารที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็งจึงนำค่าปริมาณการรับสัมผัสสารมาคำนวณหาค่าความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง พบว่า สาร MTBE และ benzene มีค่าเกินจากระดับที่ยอมรับได้ เพราะฉะนั้นถึงแม้ว่าพนักงานที่ทำงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงได้รับสัมผัสสารในปริมาณที่ไม่เกินจากที่ค่ามาตรฐานกำหนดไว้ แต่ยังคงมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งที่เกิดขึ้นจากการได้รับสัมผัสสารเป็นระยะเวลานาน ดังนั้นพนักงานที่ต้องทำงานในลักษณะนี้ควรหาวิธีการป้องกันการรับสัมผัสสาร และในส่วนของเจ้าของกิจการควรหามาตรการในการป้องกัน โดยพิจารณาทบทวนถึงระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำงานที่ต้องรับสัมผัสสาร ซึ่งจะเป็นหนทางหนึ่งที่จะสามารถช่วยลดโอกาสการเกิดความเสี่ยงต่อการรับสัมผัสสารวีโอซีได้

doi:10.4186/ejth.2010.2.3.1

บรรณานุกรม

[1] กรมควบคุมมลพิษ, *ปัญหาสารพิษในสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2544.

[2] สาวิตรี พลูมา," การรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยจากสิ่งแวดล้อมของผู้พักอาศัยในเขตกรุงเทพมหานคร," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม(สหสาขาวิชา) บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2548.

[3] ไพลิน ทวีวงษ์," การรับสัมผัสสารประกอบอินทรีย์ระเหยจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในกรุงเทพมหานคร," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2551.

[4] [Online]. Available: http://rais.ornl.gov/homepage/tm/for_res_was.html [Accessed: Jan. 19, 2009]