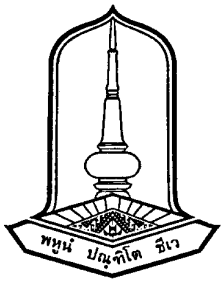


การกระจายความเข้มข้นสารอินทรีย์ระเหยในสถานีบริการน้ำมันและการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของพนักงานบริการ

ธีรพงศ์ สายรัตน์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
เมษายน 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

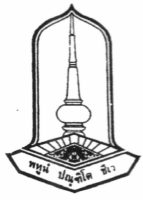
Mahasarakham University

การกระจายความเข้มข้นสารอินทรีย์ระเหยในสถานีบริการน้ำมันและการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของพนักงานบริการ

ธีรพงศ์ สายรัตน์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
เมษายน 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายธีรพงศ์ สายรัตน์ แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....	ประธานกรรมการ
(รศ.ดร.อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง)	(อาจารย์บัณฑิตศึกษาประจำคณะ)
.....	กรรมการ
(รศ.ดร.มณีรัตน์ องค์วรรณดี)	(อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก)
.....	กรรมการ
(ผศ.ดร.สหลาภ หอมวุฒิวงศ์)	(อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม)
.....	กรรมการ
(อาจารย์ ดร.รัตนา หอมวิเชียร)	(อาจารย์บัณฑิตศึกษาประจำคณะ)
.....	กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ชัชวาล อัยยาธิติ)	(ผู้ทรงคุณวุฒิ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....	.....
(รศ.ดร.สัมพันธ์ ฤทธิเดช)	(ศ.ดร.ประดิษฐ์ เทอดทูล)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์	คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 30 เดือน เม.ย. พ.ศ. 2558

Mahasarakham University

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ชัชวาล อัยยาธิติ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก รองศาสตราจารย์ ดร.มณีรัตน์ องค์วรรณดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ดร.รัตนา หอมวิเชียร กรรมการ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สหลาภ หอมวุฒิวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และห้างหุ้นส่วนจำกัด ร้อยเอ็ดภัคฐิชัย ภายใต้โครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) ระดับปริญญาโท และทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อพัฒนานิสิตระดับบัณฑิตศึกษา (ปริญญาโท) งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และขอขอบคุณศูนย์เครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัวที่ให้การสนับสนุน และเป็นแรงผลักดันที่ดีเสมอมา และขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่ให้คำปรึกษา และความช่วยเหลือตลอดการวิจัย

ธีรพงศ์ สายรัตน์

Mahasarakham University

ชื่อเรื่อง การกระจายความเข้มข้นสารอินทรีย์ระเหยในสถานีบริการน้ำมันและการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของพนักงานบริการ
ผู้วิจัย นายธีรพงศ์ สายรัตน์
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโยธา
กรรมการควบคุม รองศาสตราจารย์ ดร.มณีรัตน์ องค์วรรณดี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สหลาภ หอมวุฒิวงศ์
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2558

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมีสถานีบริการน้ำมันเกิดขึ้นจำนวนมากทั้งในตัวเมืองและรอบๆ เมือง และในองค์ประกอบของน้ำมันมีสารอินทรีย์ระเหยบางชนิดที่จัดว่าเป็นสารก่อมะเร็ง ซึ่งสามารถก่อผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงานและลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการได้ งานวิจัยนี้ทำการวัดระดับสารอินทรีย์ระเหยในสถานีบริการน้ำมันในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด, อำเภอจตุรพักตรพิมาร จังหวัดร้อยเอ็ด และ อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ทั้ง 3 ฤดูกาล โดยเก็บตัวอย่างระหว่างเวลา 08.00 – 16.00 น. ด้วยหลอดเก็บตัวอย่างภายในบรรจุคาร์บอน สารอินทรีย์ระเหยที่ตรวจวัด คือ Benzene, Toluene, Ethylbenzene และ m,p-Xylene วิเคราะห์ด้วยเครื่องก๊าซโครมาโทรกราฟฟีแมสสเปคโทรมิเตอร์ แล้วแสดงลักษณะการกระจายความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยด้วยเส้นชั้นความเข้มข้น นอกจากนี้ ทำการสำรวจปัญหาสุขภาพของพนักงานใน 10 สถานีและการป้องกันตนเองด้วยแบบสอบถาม ผลการสำรวจพบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยของ Benzene, Toluene, Ethylbenzene และ m,p-Xylene อยู่ในช่วง 14 – 1315, 17 – 197, น้อยกว่า 0.020 – 12 และ น้อยกว่า 0.009 – 72 มค.ก./ลบ.ม. ตามลำดับ แผนที่การกระจายความเข้มข้นแสดงให้เห็นบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง ได้แก่ เกาะจ่ายน้ำมัน ถังเก็บน้ำมันสำรองใต้ดิน ถังเก็บสำรองน้ำมันบนดิน ศูนย์บริการล้างทำความสะอาดรถและบริเวณทิศใต้ลมของสถานี ผลการสำรวจปัญหาสุขภาพด้วยแบบสอบถามพบว่า พนักงานในสถานีส่วนใหญ่ประสบอาการเจ็บป่วย 5 อันดับแรก คือ ปวดศีรษะ, เหนื่อยล้าผิดปกติ, ขาดสมาธิในการทำงาน, รู้สึกหนักศีรษะ และ คลื่นไส้ วิงเวียน ผลการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ พบว่าค่าความเสี่ยงทางสุขภาพของการเกิดมะเร็ง อยู่ในช่วง 2.17×10^{-5} ถึง 5.70×10^{-5} ส่วนค่าความเสี่ยงทางสุขภาพของการเกิดโรคอื่นที่ไม่ใช่มะเร็ง หรือ ค่า HI ของทุกสถานี อยู่ในช่วง 0.03 – 0.62 ส่วนผลการสำรวจการปฏิบัติตัวในการป้องกันตนเองของพนักงานจากการได้รับสัมผัสไอระเหย พบว่าส่วนใหญ่ใช้ผ้าปิดจมูกเป็นเครื่องป้องกัน, ทำความสะอาดชุดที่ใช้งานทุกวัน และมีความระมัดระวังขณะเติมน้ำมันโดยไม่ให้หกลงพื้น

Mahasarakham University

TITLE Distribution of Volatile Organic Compound Concentration in Petro Stations and Health Risk Assessment of Petro Station Attendants
AUTHOR Mr.Teerapong Sairat
DEGREE Master of Engineering **MAJOR** Civil Engineering
ADVISORS Asst. Prof. Maneerat Ongwandee, Ph.D.
Asst. Prof. Sahalaph Homwuttiwong, Ph.D.
UNIVERSITY Mahasarakham University **DATE** 2015

ABSTRACT

At the present, there are many gas stations in town and around the city. Some of Volatile Organic Compounds (VOCs) are classified as carcinogens in the composition of the oil, which can affect to the health of employees and customers. This paper was to measure the levels of VOCs in gas stations in the Northeast throughout all seasons are including Muang District and Chaturapak Phiman of Roi-et Province and Muang District of Surin Province. The samples were collected during 8.00 am. – 4.00 pm., with sampling tubes containing carbon. The VOCs are measured include Benzene, Toluene, Ethyl benzene and m,p-Xylene that analyzed by gas chromatography mass spectroscopy meter. This will show the distribution of the concentration of VOCs by a layer concentration. In addition, we explore issues in employee's health of 10 stations and self-defense by questionnaire were found that the average concentration of Benzene, Toluene, Ethyl benzene and m,p-Xylene are 14 - 1315, 17-197, nondetected - 12, and nondetected - 72 μg/m^3, respectively. The concentration distribution map showed areas with high concentration are pump out, underground fuel storage tanks, above-ground fuel storage tanks, car cleaning service, and downwind area. The result of the questionnaire about the health issues were found that the top 5 most employees illness are headache, unusual tiredness, lack of ability to concentrate, head feels heavy, and dizziness. The health risk assessment found that the health risk of cancer in range of 2.17×10^{-5} to 5.70×10^{-5}, others risks or HI of all stations are 0.03 – 0.62. The result of a survey of staff practice to protect themselves from exposure to vapors were found that the most of them used the mask, clean their clothes every day, and be careful do not spill fuel on the floor while charging.

Mahasarakham University

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพประกอบ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความหมายและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 น้ำมันเชื้อเพลิง	4
2.2 สารอินทรีย์ระเหย	9
2.3 การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์สารเคมีในอากาศ	17
2.4 การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ	20
2.5 โปรแกรม AutoCAD Land Development Desktop	22
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	29
3.1 การทดลองที่ 1 การกระจายตัวของสารอินทรีย์ระเหยในสถานีบริการน้ำมัน	29
3.2 การทดลองที่ 2 การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของพนักงาน	44
บทที่ 4 ผลการทดลอง	46
4.1 ผลการทดลองที่ 1 การกระจายตัวของสารอินทรีย์ระเหยในสถานีบริการน้ำมัน	46
4.2 ผลการทดลองที่ 2 การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของพนักงาน	73
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	80
เอกสารอ้างอิง	83
ภาคผนวก	86
ภาคผนวก ก ข้อมูลความเข้มข้นฤดูหนาวทั้ง 3 สถานี	87
ภาคผนวก ข ข้อมูลความเข้มข้นฤดูร้อนทั้ง 2 สถานี	97
ภาคผนวก ค ข้อมูลความเข้มข้นฤดูฝนทั้ง 2 สถานี	104
ภาคผนวก ง ข้อมูลความเข้มข้นเทศกาล สงการณ์ และปีใหม่	111
ภาคผนวก จ แบบสอบถาม	118
ประวัติย่อผู้วิจัย	121

Mahasarakham University

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งทางบกของประเทศไทย 4
ตาราง 2 คุณสมบัติของน้ำมันแต่ละชนิด 6
ตาราง 3 กำลังการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงของโรงกลั่นในประเทศไทย 6
ตาราง 4 กิจการควบคุมประเภทที่ 1 7
ตาราง 5 กิจการควบคุมประเภทที่ 2 7
ตาราง 6 กิจการควบคุมประเภทที่ 3 8
ตาราง 7 สมบัติทางกายภาพและทางเคมี และอันตรายต่อสุขภาพของเบนซิน 10
ตาราง 8 สมบัติทางกายภาพและทางเคมี และอันตรายต่อสุขภาพของโทลูอีน 12
ตาราง 9 สมบัติทางกายภาพและทางเคมี และอันตรายต่อสุขภาพของเอทธิลเบนซีน 14
ตาราง 10 สมบัติทางกายภาพและทางเคมี และอันตรายต่อสุขภาพของไซลีน 16
ตาราง 11 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวัดความเข้มข้นสารอินทรีย์ระเหยในสถานีบริการน้ำมันและการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ 26
ตาราง 12 ข้อมูลทั่วไปของสถานีบริการน้ำมันที่ทำการศึกษา 29
ตาราง 13 สภาวะของเครื่องมือ Gas Chromatography - Mass Spectrometer (GC / MS) ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์หา BTEX 37
ตาราง 14 ข้อมูลที่ใช้ประกอบการคำนวณ และแหล่งที่มาของข้อมูล 44
ตาราง 15 สถานีที่ทำการเก็บตัวอย่างแบบสอบถาม 45
ตาราง 16 สภาพอากาศ และวันที่เก็บตัวอย่างอากาศ 46
ตาราง 17 ความเข้มข้น BTEX 48
ตาราง 18 ค่า B/T ของไอระเหยน้ำมันที่จำหน่ายใน 3 สถานี 67
ตาราง 19 ส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิง 67
ตาราง 20 อัตราการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ Benzene ต่อระยะห่างจากเกาะจ่ายน้ำมัน 72
ตาราง 21 ข้อมูลพื้นฐานของพนักงานในสถานีบริเวณน้ำมันที่ศึกษาทั้ง 10 สถานี 73
ตาราง 22 ปัญหาด้านสุขภาพที่พนักงานบริการประสบจากการทำงาน 74
ตาราง 23 การปฏิบัติตัวในการป้องกันตนเองของพนักงานจากการได้รับสัมผัสไอระเหยน้ำมันในขณะทำงาน 75
ตาราง 24 ค่าความเข้มข้นสารอินทรีย์ระเหยในสถานีบริการน้ำมันที่พนักงานได้รับขณะทำงาน 76
ตาราง 25 ความเสี่ยงทางสุขภาพของการเกิดมะเร็ง 77
ตาราง 26 ความเสี่ยงทางสุขภาพของการเกิดโรคอื่นที่ไม่ใช่มะเร็ง 79
ตาราง 27 อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด หน้าหนาว 88
ตาราง 28 อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ หน้าหนาว 91
ตาราง 29 อำเภอจัตุรพิมาน จังหวัดร้อยเอ็ด หน้าหนาว 94
ตาราง 30 อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด หน้าร้อน 98

Mahasarakham University

หน้า

ตาราง 31 อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ หน้าร้อน 101
ตาราง 32 อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด หน้าฝน 105
ตาราง 33 อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ หน้าฝน 108
ตาราง 34 สงการณ์ อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 112
ตาราง 35 ปีใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 115

Mahasarakham University

สารบัญภาพประกอบ

หน้า

ภาพประกอบ 1 สัดส่วนการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอลเดือนมกราคม 2556 5
ภาพประกอบ 2 การเก็บตัวอย่างสารเคมีในอากาศแบบติดตั้งที่ตัวบุคคล 18
ภาพประกอบ 3 การเก็บตัวอย่างสารเคมีในอากาศแบบพื้นที่ 18
ภาพประกอบ 4 เครื่อง GC – MS 20
ภาพประกอบ 5 หลอดเก็บตัวอย่าง 30
ภาพประกอบ 6 ปั๊มเก็บตัวอย่างอากาศชนิดพกพา และ ปั๊มเก็บตัวอย่างบริเวณสถานี 31
ภาพประกอบ 7 เครื่องวัดอัตราการไหลของอากาศ 31
ภาพประกอบ 8 จุดปั๊มเก็บตัวอย่างที่ตำแหน่งหัวจ่าย 31
ภาพประกอบ 9 จุดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างในบริเวณของสถานี 32
ภาพประกอบ 10 หลอดทดลองที่ปิดจุกเรียบร้อย 32
ภาพประกอบ 11 จุดเก็บตัวอย่างภายในสถานีบริการน้ำมัน อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด 34
ภาพประกอบ 12 จุดเก็บตัวอย่างภายในสถานีบริการน้ำมัน อำเภอจตุรพักตรพิมาน จังหวัดร้อยเอ็ด 35
ภาพประกอบ 13 จุดเก็บตัวอย่างภายในสถานีบริการน้ำมัน อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 36
ภาพประกอบ 14 หน้าโปรแกรม Land Development 2000i 39
ภาพประกอบ 15 ขั้นตอนการสร้าง Project 39
ภาพประกอบ 16 การจัดรูปแบบข้อมูลความเข้มข้น โดยใช้โปรแกรม Notepad 40
ภาพประกอบ 17 การนำข้อมูล เข้าในโปรแกรม Land Development 2000i 40
ภาพประกอบ 18 เลือกไฟล์ข้อมูลเข้าโปรแกรม Land Development 2000i 41
ภาพประกอบ 19 จุดที่ทำการเก็บข้อมูลจาก โปรแกรม Notepad 41
ภาพประกอบ 20 ขั้นตอนการสร้านเส้นชั้นความสูง (Create Contour Line) 42
ภาพประกอบ 21 แสดงเส้นชั้นความสูง Contours Line 42
ภาพประกอบ 22 เส้นขอบเขตบริเวณสถานีบริการ 43
ภาพประกอบ 23 นำข้อมูลทั้ง 2 มาประกอบรวมกัน 43
ภาพประกอบ 24 ค่า Benzene และ Toluene ฤดูหนาว ของสถานี A 50
ภาพประกอบ 25 ค่า Benzene และค่า Toluene ฤดูหนาว ของสถานี B 52
ภาพประกอบ 26 ค่า Benzene และค่า Toluene ฤดูหนาว ของสถานี C 54
ภาพประกอบ 27 ค่า Benzene และค่า Toluene ฤดูร้อน ของสถานี A 56
ภาพประกอบ 28 ค่า Benzene และค่า Toluene ฤดูร้อน ของสถานี C 58
ภาพประกอบ 29 ค่า Benzene และค่า Toluene ฤดูฝน ของสถานี A 60
ภาพประกอบ 30 ค่า Benzene และค่า Toluene ฤดูฝน ของสถานี C 62
ภาพประกอบ 31 ค่า Benzene และค่า Toluene เทศกาลสงกรานต์ ของสถานี C 64
ภาพประกอบ 32 ค่า Benzene และค่า Toluene เทศกาลปีใหม่ ของสถานี C 66
ภาพประกอบ 33 ค่า B/T ของสถานี A ฤดูหนาว 68

Mahasarakham University

หน้า

ภาพประกอบ 34 ค่า B/T ของสถานี B ฤดูหนาว 69
ภาพประกอบ 35 ค่า B / T ของสถานี C ฤดูหนาว 70
ภาพประกอบ 36 ค่าความเข้มข้น Benzene ที่ตำแหน่งหัวจ่าย 73
ภาพประกอบ 37 ตำเหน่งหัวจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง 81

Mahasarakham University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความหมายและความสำคัญของปัญหา

มลพิษอากาศเป็นปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญของประเทศไทย โดยเฉพาะในปัจจุบันมีการพัฒนาและขยายตัวทางด้านพลังงาน การท่องเที่ยว และการคมนาคม ปัญหาการจราจรที่หนาแน่นอันเกิดจากการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของยานพาหนะและการขนส่ง จากการเพิ่มขึ้นของปริมาณยานพาหนะนี้ทำให้ปริมาณความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงสูงขึ้นและมีการขยายตัวของสถานีบริการน้ำมันซึ่งกระจายอยู่ทั่วไปในชุมชนและชานเมือง ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ จากการระเหยของน้ำมันจากระบบการกักเก็บและแหล่งจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

มลพิษอากาศที่มีความสำคัญ คือ สารประกอบอินทรีย์ระเหยหรือที่เรียกกันทั่วไปว่าสาร VOCs มาจากคำว่า Volatile organic Compounds หมายถึงกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยเป็นไอได้ง่ายกระจายตัวไปในอากาศได้ในอุณหภูมิและความดันปกติ สารอินทรีย์ระเหยจากการกระจายของน้ำมันเชื้อเพลิงที่สำคัญ ได้แก่ Benzene, Toluene, Ethylbenzene, และ m, p – Xylene (BTEX) ในองค์ประกอบของน้ำมันมีสารอินทรีย์ระเหยบางชนิดที่จัดว่าเป็นสารก่อมะเร็ง เช่น Benzene (US EPA, 2013)

แม้ว่าผู้ประกอบกิจการทางด้านธุรกิจน้ำมันได้มีการติดตั้งเครื่องมือป้องกันสารอินทรีย์ระเหยไว้ในเบื้องต้นแล้วก็ตาม อย่างไรก็พนักงานที่ทำงานในสถานีและคนทั่วไปที่มาใช้บริการในสถานีก็อาจรับสัมผัสสารดังกล่าวได้ในขณะที่เติมน้ำมันตามสถานีบริการน้ำมัน เนื่องจากไอระเหยสามารถแพร่กระจายในอากาศได้เนื่องจากกลไกการแพร่จากบริเวณจากบริเวณความเข้มข้นสูงไปสู่ความเข้มข้นต่ำและจากกลไกพาและการกระจาย (Advection and Dispersion) โดยการเคลื่อนที่ของอากาศ

การได้รับสัมผัสสารอินทรีย์ทางการหายใจ ซึ่งผลกระทบของสารอินทรีย์ระเหยต่อสุขภาพมีหลายด้านขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณสารอินทรีย์ระเหยนั้นๆ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดอาการกดประสาทหลายอย่าง ได้แก่ การง่วงนอน วิงเวียน ปวดศีรษะ ซึมเศร้า หรือหมดสติได้ เมื่อสูดหายใจเข้าไปจะมีผลต่อระบบทางเดินหายใจเกิดการอักเสบของเยื่อเมือก และทำให้เกิดการระคายเคืองที่ผิวหนังและตา ถ้าได้รับสารชนิดนี้ติดต่อเป็นระยะเวลานาน จะเป็นอันตรายต่อตับและไต สารอินทรีย์ระเหยบางชนิด อาจมีผลต่อระบบพันธุกรรม ระบบฮอร์โมน ระบบสืบพันธุ์ และระบบประสาท และอาจทำให้เกิดโรคมะเร็งบางชนิด (สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, 2556)

ดังนั้น จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้ จะทำการศึกษาการกระจายของสารอินทรีย์ระเหยจากการระเหยของไอน้ำมันภายในสถานีบริการน้ำมัน และ ประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของพนักงานที่ทำงานในสถานี จากการได้รับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย

Mahasarakham University

1.2 วัตถุประสงค์ของการของวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการกระจายความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยในอากาศภายในบริเวณพื้นที่ของสถานีบริการน้ำมัน

1.2.2 เพื่อประเมินการได้รับการสัมผัส และ ประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของพนักงานในสถานีบริการน้ำมัน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การทดลองที่ 1 การกระจายของสารอินทรีย์ระเหยในสถานีบริการ

1.1 สารอินทรีย์ระเหยที่ทำการศึกษา ได้แก่ Benzene, Toluene, Ethylbenzene, และ m,p - Xylene (BTEX) เนื่องจากเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในน้ำมันเชื้อเพลิง

1.2 สถานีบริการน้ำมันที่ทำการศึกษา มีจำนวน 3 สถานี ได้แก่

สถานีที่ 1 ตั้งอยู่ที่จังหวัดร้อยเอ็ด อำเภอเมือง

สถานีที่ 2 ตั้งอยู่ที่จังหวัดร้อยเอ็ด อำเภอจตุรพักตรพิมาน

สถานที่ 3 ตั้งอยู่ที่จังหวัดสุรินทร์ อำเภอเมือง

ทั้ง 3 สถานีมีลักษณะที่ต่างกันคือ สถานีที่ตั้ง, จำนวนหัวจ่าย, ยอดจำหน่ายน้ำมัน, การจัดพื้นที่ร้านค้าภายในสถานี

1.3 การศึกษาการกระจายตัวความเข้มข้นสารอินทรีย์ระเหยทำโดยการเก็บตัวอย่างอากาศภายในบริเวณสถานีบริการ โดยแบ่งการศึกษาใน 3 ช่วงฤดู

ฤดูหนาว อยู่ในช่วงเดือน ตุลาคม – กุมภาพันธ์

ฤดูร้อน อยู่ในช่วงเดือน มีนาคม – เมษายน

ฤดูฝน อยู่ในช่วงเดือน พฤษภาคม – กันยายน

ใช้เวลาในการเก็บตัวอย่างครั้งละ 8 ชั่วโมง (09.00 – 17.00 น) เลือกทำการเก็บตัวอย่างในระหว่างวันจันทร์ถึงวันศุกร์ และ เก็บตัวอย่างเพิ่มเติมในช่วงวันหยุดของเทศกาล ปีใหม่ และสงกรานต์

1.4 การวิเคราะห์ การกระจายความเข้มข้นสารอินทรีย์ระเหย โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) และ โปรแกรม Arc View

การทดลองที่ 2 การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของพนักงานในสถานีบริการน้ำมัน แบ่งเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 การประเมินการได้รับสารมลพิษทางอากาศ ข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณได้มาจากแบบสอบถาม และ จาก (US EPA, 1997)

ส่วนที่ 2 การประเมินความเสี่ยงแบบเป็น 2 ส่วนได้แก่

2.1 การประเมินความเสี่ยงการเกิดมะเร็งจากการได้รับสัมผัสสารก่อมะเร็ง (Cancer Risk) สามารถประเมินการได้รับสารก่อมะเร็ง โดยการคำนวณจากการหาค่า Slope Factor (SF) และค่า CDI ตามหลักการของ (US EPA, 2007)

Mahasarakham University

2.2 การประเมินความเสี่ยงการเกิดอันตรายต่อสุขภาพที่ไม่ใช่มะเร็ง (Non - Cancer Risk) แตกต่างจากกรณีของสารก่อมะเร็ง โดยใช้การเปรียบเทียบกับ ปริมาณอ้างอิง หรือ Reference Dose ตามหลักการของ (US EPA, 2007)

Mahasarakham University

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 น้ำมันเชื้อเพลิง

2.1.1 สถานการณ์การใช้น้ำมันในประเทศ

การใช้น้ำมันภาคขนส่งทางบกในเดือนมกราคม 2556 เพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีก่อน 9.4 เปอร์เซ็นต์อยู่ที่ระดับ 1,980 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (KTOE) โดยเป็นการเพิ่มขึ้นของการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทุกประเภทส่วนใหญ่เป็นการใช้น้ำมันดีเซลคิดเป็นสัดส่วน 57 เปอร์เซ็นต์ของการใช้พลังงานในการขนส่งทางบกรองลงมาคือการใช้น้ำมันเบนซินการใช้ NGV และการใช้ LPG ในรถยนต์คิดเป็นสัดส่วน 26 11 และ 6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งทางบกของประเทศไทย

ปี	2553	2254	2555	2556 (ม.ค.)	สัดส่วน (%)	การเปลี่ยนแปลง(%)		
						2554	2555	2556 (ม.ค.)
เบนซิน	5,526	5,462	5,741	511	26	-1.2	5.1	8.2
ดีเซล	11,176	11,607	12,437	1,125	57	3.9	7.2	9.7
LPG	794	1,073	1,238	124	6	35.3	15.3	13.2
NGV	1,623	2,068	2,498	221	11	27.5	20.8	8.6
รวม	19,119	20,211	21,913	1,980	100	5.7	8.4	9.4

* ที่มา : กระทรวงพลังงาน, สถานการณ์การใช้น้ำมันและไฟฟ้าเดือนมกราคม ปี 2556

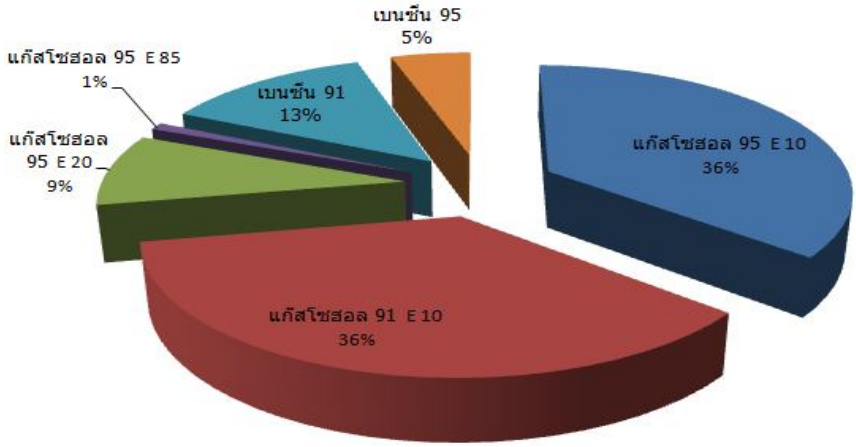
การใช้น้ำมันเบนซิน 91 ปัจจุบันคิดเป็นสัดส่วน 13 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินทั้งหมดในเดือนมกราคม 2556 มีการใช้น้ำมันเบนซิน 91 เฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 3.0 ล้านลิตรต่อวัน ลดลงจากเดือนเดียวกันของปีก่อน 68.1 เปอร์เซ็นต์และลดลงจากเดือนธันวาคม 2556.3 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากกรมธุรกิจพลังงานได้ออกประกาศกำหนดมาตรฐานให้น้ำมันเบนซินเหลือเพียงชนิดเดียวทำให้เบนซิน 91 ถูกยกเลิกไปมีผลบังคับใช้วันที่ 1 มกราคม 2556 ขณะเดียวกันคลังน้ำมันและสถานีบริการที่มีน้ำมันเบนซิน 91 เหลืออยู่จะให้เวลา 3 เดือนในการจำหน่ายน้ำมันดังกล่าวให้หมดไป

การใช้น้ำมันเบนซิน 95 ปัจจุบันคิดเป็นสัดส่วน 5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินทั้งหมดโดยในเดือนมกราคม 2556 มีการใช้น้ำมันเบนซิน 95 อยู่ที่ระดับ 1.0 ล้านลิตรเพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีก่อน 644.4 เปอร์เซ็นต์หรือคิดเป็นปริมาณน้ำมันเบนซินเพิ่มขึ้น 880,000 ลิตร และเพิ่มขึ้นจากช่วงเดือนธันวาคม 2555 747.3 เปอร์เซ็นต์หรือคิดเป็นปริมาณน้ำมันเบนซินเพิ่มขึ้น

Mahasarakham University

900,000 ลิตรสาเหตุเนื่องมาจากมาตรการการยกเลิกการใช้น้ำมันเบนซิน 91 ในเดือนมกราคม 2556 จึงส่งผลให้ปริมาณการใช้น้ำมันเบนซิน 95 มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นโดยในเดือนมกราคม 2556

การใช้น้ำมันแก๊สโซฮอลในเดือนมกราคม 2556 มีการใช้เฉลี่ยที่ระดับ 18.1 ล้านลิตรต่อวัน เพิ่มขึ้นจากปีก่อน66.1 เปอร์เซ็นต์และเพิ่มขึ้นจากเดือนก่อนหน้า 22.3 เปอร์เซ็นต์สาเหตุเนื่องมาจากนโยบายการเพิ่มส่วนต่างราคาขายปลีกระหว่างน้ำมันเบนซินและน้ำมันแก๊สโซฮอลการยกเลิกการใช้น้ำมันเบนซิน 91 และจำนวนสถานีบริการน้ำมันแก๊สโซฮอลที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ปริมาณการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยในเดือนมกราคม 2556 ราคาเฉลี่ยขายปลีกแก๊สโซฮอล 91 อยู่ที่ 35.64 บาทต่อลิตรถูกกว่าราคาเบนซิน 91 อยู่ที่ 44.06 บาทต่อลิตรถึง 8.42 บาทโดยมีรายละเอียดของการใช้น้ำมันแต่ละประเภทแสดงดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 สัดส่วนการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอลเดือนมกราคม 2556
(กระทรวงพลังงาน สถานการณ์การใช้น้ำมันและไฟฟ้าเดือนมกราคม ปี 2556)

2.1.2 ประเภทและองค์ประกอบของน้ำมันเชื้อเพลิง

ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง แบ่งเป็น 3 ชนิดคือ

1) ชนิดไวไฟน้อยมีจุดวาบไฟตั้งแต่ 60℃ ขึ้นไป

2) ชนิดไวไฟปานกลางมีจุดวาบไฟตั้งแต่ 37.8 ℃ แต่ต่ำกว่า 60 ℃

3) ชนิดไวไฟมากมีจุดวาบไฟต่ำกว่า 37.8℃

ปัจจุบันธุรกิจน้ำมันมีความสำคัญต่อประเทศมากและมีความต้องการใช้น้ำมันเป็นจำนวนมากและส่วนผสมคุณสมบัติของน้ำมันแต่ละชนิดดังตาราง 2

Mahasarakham University

ตาราง 2 คุณสมบัติของน้ำมันแต่ละชนิด

คุณสมบัติ	เบนซิน	แก๊สโซฮอล์				ดีเซลหมุนเร็ว
		อี 10 ออกเทน 91	อี 10 ออกเทน 95	อี 20	อี 85	
สี	เหลือง	เขียว	ส้ม	(ไม่กำหนด)	(ไม่กำหนด)	เหลือง
ลักษณะที่ปรากฏ	ของเหลวใส	ของเหลวใส	ของเหลวใส	ของเหลวใส	ของเหลวใส	ของเหลวใส
การระเหย(วินาที)	45	45	45	45	45	(ไม่ทดสอบ)
ค่า API ที่อุณหภูมิ 60 °F	55-60	50-60	55-60	55-60	55-60	31-44
การละลายหมึก	ไม่ละลาย	(ไม่ทดสอบ)	(ไม่ทดสอบ)	(ไม่ทดสอบ)	(ไม่ทดสอบ)	(ไม่ทดสอบ)
ปริมาณเอทานอล (%vol.)	0	9-10	9-10	19-20	ไม่ต่ำกว่า 75	(ไม่ทดสอบ)

* ที่มา : กระทรวงพลังงาน การตรวจสอบน้ำมันปลอมปนเบื้องต้น (2556)

2.1.3 ผู้ผลิต

ในปัจจุบันธุรกิจน้ำมันมีความสำคัญต่อประเทศมากและมีความต้องการใช้น้ำมันในการขนส่งและคมนาคมเป็นอย่างมากและมีหลายบริษัทที่เป็นผู้ผลิตและผู้ขายดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 กำลังการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงของโรงกลั่นในประเทศไทย

โรงกลั่น	กำลังการกลั่นในประเทศ%
ไทยออยล์	25.18
เอสโซ่ ศรีราชา รีไฟเนอรี่	15.75
บางจาก ปิโตรเลียม	10.99
ระยองเพียวรีไฟเออร์	1.56
สตาร์ปิโตรเลียม รีไฟนิ่ง	13.74
ไออาร์พีซี	19.69
พีทีที โกลบอลเคมิคอล	13.28
รวม	100

* ที่มา : http://www.รู้จริงพลังงานไทย.com. 2556

2.1.4 ประเภทของสถานีประกอบกิจการน้ำมันเชื้อเพลิง

กฎกระทรวงกำหนดหลักเกณฑ์วิธีการและเงื่อนไขเกี่ยวกับการแจ้งอนุญาตและอัตราค่าธรรมเนียมเกี่ยวกับการประกอบกิจการน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2546 ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2542 ได้กำหนดชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิงและประเภทของการประกอบกิจการน้ำมันเชื้อเพลิงดังนี้

Mahasarakham University

กิจการควบคุมประเภทที่ 1 มี 1 ประเภท คือ สถานที่เก็บน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อการจำหน่ายเชื้อเพลิงรายย่อย ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 กิจการควบคุมประเภทที่ 1

สถานประกอบกิจการ น้ำมันเชื้อเพลิง	ชนิดน้ำมัน เชื้อเพลิง	ภาชนะบรรจุน้ำมัน เชื้อเพลิง	ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง
สถานที่เก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง ลักษณะที่หนึ่ง (ร้านจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงรายย่อย)	ไวไฟมาก ไวไฟปานกลาง ไวไฟน้อย	- ขวด, กระป๋อง - ขวด, กระป๋อง, ถัง - ขวด, กระป๋อง, ถัง, ถังเก็บ บน ดินขนาดเล็ก	- ไม่เกิน 40 ลิตร หรือ - ไม่เกิน 227 ลิตร หรือ - ไม่เกิน 454 ลิตร ชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิด

* ที่มา : http://www.doeb.go.th/knowledge/new_oil_law.htm. 2556

กิจการควบคุมประเภทที่ 2 มี 4 ประเภทดังนี้คือ

1) สถานที่เก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิงลักษณะที่ 2 หมายถึงโรงงานขนาดเล็กหรือเพื่อการเกษตร

2) สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงประเภท ค. มีลักษณะเป็นปั๊มถังลอยริมถนนขนาดเล็ก แสดงดังตาราง 5

ตาราง 5 กิจการควบคุมประเภทที่ 2

ลำดับที่	สถานประกอบกิจการ น้ำมันเชื้อเพลิง	ชนิด น้ำมันเชื้อเพลิง	ภาชนะบรรจุ น้ำมันเชื้อเพลิง	ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร)
1	สถานที่เก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง ลักษณะที่สอง (โรงงานขนาดเล็กหรือเพื่อการเกษตร)	ไวไฟมาก ไวไฟปานกลาง ไวไฟน้อย	- ขวด, กระป๋อง, ถัง, ถังเก็บบนดินขนาดเล็ก - ขวด, กระป๋อง, ถัง, ถังเก็บบนดินขนาดเล็ก - ขวด, กระป๋อง, ถัง, ถังเก็บบนดินขนาดเล็ก, ถังเก็บบนดินขนาดใหญ่, ถังเก็บใต้พื้นดิน	- เกิน 40 ลิตร แต่ไม่เกิน 454 ลิตร หรือ - เกิน 227 ลิตรแต่ไม่เกิน 1,000 ลิตร หรือ - เกิน 454 ลิตร แต่ไม่เกิน 15,000 ลิตร ชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิด
2	สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ประเภท ค ลักษณะที่หนึ่ง (ปั้มถังลอยริมถนนขนาดเล็ก)	ไวไฟมาก ไวไฟปานกลาง ไวไฟน้อย	- ถังเก็บบนดินขนาดใหญ่ - ถังเก็บบนดินขนาดใหญ่	(ห้ามเก็บ) รวมกันไม่เกิน 10,000 ลิตร
3	สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ประเภท ง (ปั้มหลอดแก้วมือหมุน)	ไวไฟมาก ไวไฟปานกลาง ไวไฟน้อย	- ถัง - ถัง - ถัง	- ไม่เกิน 454 ลิตร - ไม่เกิน 454 ลิตร - ไม่เกิน 454 ลิตร
4	สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ประเภท จ ลักษณะที่หนึ่ง (สถานีบริการทางน้ำขนาดเล็ก)	ไวไฟมาก ไวไฟปานกลาง ไวไฟน้อย	- ถังเก็บที่ติดตั้งภายในโป๊ะเหล็ก,ถังเก็บบนดินขนาดใหญ่	(ห้ามเก็บ) รวมกันไม่เกิน 10,000 ลิตร

* ที่มา : http://www.doeb.go.th/knowledge/new_oil_law.htm. 2556

Mahasarakham University

กิจการควบคุมประเภทที่ 3 มี 7 ประเภทดังนี้คือ

1) สถานที่เก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิงลักษณะที่ 3 หมายถึงโรงงานขนาดใหญ่

2) คลังน้ำมันเชื้อเพลิง

3) สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงประเภท ก. มีลักษณะเป็นสถานีบริการติดถนนใหญ่

แสดงดังตาราง 6

ตาราง 6 กิจการควบคุมประเภทที่ 3

ลำดับที่	สถานประกอบกิจการน้ำมันเชื้อเพลิง	ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง	ภาชนะบรรจุน้ำมันเชื้อเพลิง	ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร)
1	สถานที่เก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง ลักษณะที่สาม (โรงงานขนาดใหญ่)	ไวไฟมาก ไวไฟปานกลาง ไวไฟน้อย	- ขวด,กระป๋อง,ถัง, - ขวด, กระป๋อง,ถัง, ถังเก็บบนดินขนาดเล็ก ถังเก็บบนดินขนาดใหญ่, ถังเก็บใต้พื้นดิน	- เกิน 454 ลิตรขึ้นไปหรือ - เกิน 1,000 ลิตรขึ้นไปหรือ- เกิน 15,000 ลิตรขึ้นไปแต่รวมกันไม่เกินกว่า 500,000 ลิตร
2	คลังน้ำมันเชื้อเพลิง (สถานีเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงเกิน 50,000 ลิตร)	ไวไฟมาก ไวไฟปานกลาง ไวไฟน้อย	- ขวด, กระป๋อง,ถัง, ถังเก็บบนดินขนาดเล็ก ถังเก็บบนดินขนาดใหญ่ ถังเก็บใต้พื้นดิน	รวมกันเกิน 500,000 ลิตร
3	สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ประเภท ก (สถานีบริการติดถนนใหญ่)	ไวไฟมาก ไวไฟปานกลาง ไวไฟน้อย	- ถังเก็บใต้พื้นดิน - ถังเก็บใต้พื้นดิน - ขวด, กระป๋อง,ถัง, ถังเก็บใต้พื้นดิน	เก็บในพื้นที่ตาม พ.ร.บ. ผังเมือง ที่มีการกำหนดพื้นที่หนาแน่นมาก,ปานกลางให้เก็บได้ไม่เกิน 180,000 ลิตร นอกเขตให้เก็บได้ 360,000 ลิตร
4	สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ประเภท ข (สถานีบริการติดถนนซอย)	ไวไฟมาก ไวไฟปานกลาง ไวไฟน้อย	- ถังเก็บใต้พื้นดิน - ถังเก็บใต้พื้นดิน - ถังเก็บใต้พื้นดิน - ขวด, กระป๋อง,ถัง,	- ไม่เกินกว่า 60,000 ลิตร - รวมกันไม่เกิน 20,000 ลิตร - ไม่มีข้อกำหนด
5	สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ประเภท ค ลักษณะที่สอง (ปั้มถังลอยริมถนนขนาดใหญ่)	ไวไฟมาก ไวไฟปานกลาง ไวไฟน้อย	- ถังเก็บบนดินขนาดใหญ่ - ถังเก็บบนดินขนาดใหญ่	(ห้ามเก็บ) - รวมกันเกินกว่า 10,000 ลิตร- แต่ไม่เกินกว่า 60,000 ลิตร
6	สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงประเภท จ ลักษณะที่สอง (สถานีบริการทางน้ำขนาดใหญ่)	ไวไฟมาก ไวไฟปานกลาง ไวไฟน้อย ไวไฟมาก ไวไฟปานกลาง ไวไฟน้อย	- ถังเก็บใต้พื้นดิน - ถังเก็บบนดินขนาดใหญ่ , ถังเก็บที่ติดตั้งภายในโป๊ะเหล็ก	- ไม่มีข้อกำหนด (ห้ามเก็บ) - เก็บได้ถังละไม่เกิน 30,000 ลิตร และรวมกันไม่เกิน 60,000 ลิตร
7	สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ประเภท ฉ (สถานีบริการให้แก่อากาศยาน)	ไวไฟมาก ไวไฟปานกลาง ไวไฟน้อย	- ไม่มีข้อกำหนด	- ไม่มีข้อกำหนด

* ที่มา : http://www.doeb.go.th/knowledge/new_oil_law.htm. 2556

Mahasarakham University

2.2 สารอินทรีย์ระเหย

2.2.1 ความหมาย

สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายหรือสาร VOCs คือกลุ่มสารที่กระจายตัวไปในอากาศได้ในอุณหภูมิ และ ความดันปกติ ซึ่งมีองค์ประกอบหลักของสารคาร์บอนไฮโดรเจน และไนโตรเจน สารชนิดนี้พบอยู่ใน สีทาบ้าน ควันที่เกิดจากการสูบบุหรี่ สารกำจัดศัตรูพืช และ สารที่เกิดจากการเผาไหม้และปนเปื้อนในอากาศและอาหาร

2.2.2 ประเภทสาร VOCs

การแบ่งกลุ่มสาร VOCs สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ตามลักษณะของโมเลกุลของสารคือ

1) กลุ่ม Non - chlorinated VOCs หรือ Non - halogenated Hydrocarbons ได้แก่กลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่ไม่มีอะตอมของธาตุคลอรีนในโมเลกุลสารกลุ่มนี้มาจากสิ่งแวดล้อมการเผาไหม้กองขยะพลาสติกวัสดุสารตัวทำละลายสีทาวัสดุซึ่งทำให้มีผลเสียต่อสุขภาพของผู้ได้รับคือทำให้ป่วยเป็นโรคทางเดินหายใจตัวอย่างกลุ่มสารนี้ได้แก่

1.1) กลุ่มสาร Aliphatic hydrocarbons เช่น Fuel oils, Industrial sovents, Propane, 1,3-Butadiene, Gasoline, Hexane

1.2) กลุ่มสาร Alcohols, Aldehyde, Ketone เช่น Ethyl alcohol, Methyl alcohol, Formaldehyde

1.3) กลุ่มสาร Aromatic hydrocarbons เช่น Toluene, Xylene, Benzene, Naphthalene, Styrene, Phenol

2) กลุ่ม Chlorinated VOCs หรือ Halogenated Hydrocarbons ได้แก่กลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหย ได้แก่สารเคมีที่ใช้สังเคราะห์ในอุตสาหกรรมสาร และ เสถียรในสิ่งแวดล้อมมากกว่าสารในกลุ่มสาร Non-chlorinated VOCs สลายตัวได้ยากในธรรมชาติและในทางพันธุกรรมยับยั้งปฏิกิริยาชีวเคมีในเซลล์มีฤทธิ์ในการก่อมะเร็งหรือกระตุ้นการเกิดมะเร็ง

2.2.3 ผลของสาร VOCs ที่มีต่อสุขภาพ

การได้รับสารเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง การหายใจ - การกิน – การสัมผัส เมื่อ เข้าสู่ร่างกายจะผ่านเมตะบอลิสม์ในตับ และในขั้นตอนสุดท้ายจะถูกขับทิ้งทางปัสสาวะในรูปของกรด ซึ่งความเป็นพิษต่อร่างกายจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้ (http://www.npc-se.co.th/pdf/VOCs.pdf. 2556)

1) ช่วงครึ่งชีวิตของสาร VOCs ในร่างกาย ถ้ามีการตรวจวัดสาร VOCs ในเลือดสามารถบอกประวัติการได้รับ

2) สภาวะของร่างกาย ปฏิกิริยาชีวเคมีในตับและเนื้อเยื่อแปรสภาพไปเป็นพิษมากขึ้นหรือน้อยลงได้ ขึ้นอยู่กับการดื่มแอลกอฮอล์อาจจะส่งผลต่อการดูดซึมและเพิ่มระดับของสาร 2 - Butanoneและ Acetoneในเลือดของนักดื่มเหล้า

3) ระบบการขับถ่ายของเสีย จะขับถ่ายผ่านไตออกมาทางปัสสาวะ ทางลมหายใจ และโดยทางอ้อมผ่านตับ ความเป็นพิษจะน้อยลงกว่าสารเคมีที่ถูกขับออกทิ้งได้ยาก

Mahasarakham University

2.2.4 เบนซิน (Benzene)

สารเบนซินมีสูตรทางเคมี คือ C_6H_6 จัดอยู่ในกลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่ไม่มีอะตอมของธาตุคลอรีน สารกลุ่มนี้เป็นอันตรายต่อสุขภาพอย่างยิ่งโดยเฉพาะกับระบบทางเดินหายใจ รายละเอียดด้านคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และ อันตรายต่อสุขภาพของเบนซิน แสดงดังตาราง 7

ตาราง 7 สมบัติทางกายภาพและทางเคมี และอันตรายต่อสุขภาพของเบนซิน

1 ชื่อทางการค้า(Trade Name) 1.1 ชื่อพ้องอื่นๆ (Synonyms)	ชื่อทางเคมี เบนซีน Phenyl hydride, Coal naphtha, Benzol, Benzine, Benzolene, Phene, (6)annulene, Bicarburet of hydrogen, Carbon oil, Mineral naphtha, Motor benzol, Nitration benzene, Pyrobenzol, Benzene, Cyclohexatriene.
สูตรทางเคมี	C_6H_6
1.2 การใช้ประโยชน์(Use)	ใช้ในกระบวนการผลิตเอทธิลเบนซีนคูมีน จะถูกใช้เป็นสารตัวทำละลายและสารทำปฏิกิริยาให้องปฏิบัติการ
2. การจำแนกสารเคมีอันตราย (Chemical Classification)	
2.1 U. N. Number	1114
2.2 CAS No.	71-43-2
2.3 สารก่อมะเร็ง	- ถือสารก่อมะเร็งตามบัญชีรายชื่อ IARC,NTP, ACGIH - เบนซีนจะก่อให้เกิดมะเร็งต่อระบบน้ำเหลือง - ส่งผลกระทบต่อตัวอ่อนในครรภ์ - การถูกสารมากๆสูงอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์และมีผลกระทบต่อประจำเดือน - สามารถส่งผลต่อต่อโครโมโซมในเม็ดเลือดขาว ก่อให้เกิดการทำลาย DNA ในเซลล์เม็ดเลือด - จากทดลองในสัตว์พบว่าการสัมผัสจะก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของเอทธานอลในระบบเลือดได้ - เบนซีนสามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้อย่างรวดเร็วโดยทางการหายใจและการกลืนกินและกระจาย สู่ส่วนต่างๆของร่างกายอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะ

Mahasarakham University

ตาราง 7 (ต่อ)

	ในเนื้อเยื่อไขมันและเบนซีนจะเกิดเมตาโบลิซึมขั้นแรกที่ตับและผ่านเข้าสู่ไขกระดูกและทำให้มีความเป็นพิษขึ้นในมนุษย์ค่าครึ่งชีวิตของเบนซีนคือ 1-2 วันและสารนี้ไม่มีแนวโน้มที่จะเกิดการสะสมโดยสารนี้จะถูกปล่อยออกมาพร้อมกับลมหายใจออกผ่านทางปอดและพบขับออกมาพร้อม
3. สารประกอบที่เป็นอันตราย (Hazardous Ingredients) 3.1 ชื่อสารเคมี(Substances) เปอร์เซ็นต์(Percent) ค่ามาตรฐานความปลอดภัย(TLV) ค่า LD_{50}	 เบนซีน 100 % 0.5 ppm 930 mg/ kg
4. ข้อมูลทางกายภาพและเคมี(Physical and Chemical Data) 4.1 จุดเดือด(Boiling Point) 4.2 จุดหลอมเหลว(Melting Point)/จุดเยือกแข็ง 4.3 ความดันไอ (Vapour Pressure) 4.4 การละลายได้ในน้ำ(Solubility in water) 4.5 ความถ่วงจำเพาะ(Specific Gravity) 4.6 อัตราการระเหย (Evaporating Rate) 4.7 ลักษณะสีและกลิ่น (Appearance colour and Odor) 4.8 ความเป็นกรด-ด่าง(pH-value)	 80°C 5.5°C 75มิลลิเมตรของปรอทที่ 20°C 0.18 กรัม/100 มิลลิลิตร 0.877 - เป็นของเหลวใสไม่มีสีกลิ่นเฉพาะตัว อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน -
5. ข้อมูลอันตรายต่อสุขภาพ (Health Hazard Data) 5.1 ทางเข้าสู่ร่างกาย(Ways of Exposure)	ทางหายใจผิวหนังและปาก -การหายใจเข้าไปจะผลกระทบกดระบบประสาทส่วนกลางก่อให้เกิดอาการวิงเวียนศีรษะง่วงซึมปวดศีรษะคลื่นไส้เกิดภาวะ การทำงานไม่ประสานกันมึนงงและทำให้หมดสติได้การสัมผัสสารนี้ที่ความเข้มข้น 25 ppm คาดว่าจะไม่ก่อให้เกิดอันตรายการสัมผัสสารนี้ที่ความเข้มข้น 50-150 ppm จะก่อให้เกิด

Mahasarakham University

ตาราง 7 (ต่อ)

5.2 ค่ามาตรฐานความปลอดภัย(TLV)	อาการปวดศีรษะและอ่อนเพลียก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อจมูกและลำคออาจจะมีอาการเวียนศีรษะเป็นอาการนำก่อนเกิดอาการอื่นๆตามมา การสัมผัสสารนี้ที่มีความเข้มข้นประมาณ 20,000 ppm จะทำให้เสียชีวิตสารนี้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบเลือดและระบบภูมิคุ้มกันจากการทดลองในสัตว์ทดลองแต่ยังไม่ยืนยันว่าสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อมนุษย์ในการสัมผัสสารในระยะสั้น - การกลืนหรือกินเข้าไปจะเกิดการดูดซึมอย่างรวดเร็วและมีฤทธิ์กดระบบประสาทส่วนกลางก่อให้เกิดอาการคล้ายหายใจ 0.5 ppm

2.2.5 สารโทลูอีน (Toluene)

สารโทลูอีน มีสูตรทางเคมี คือ C_7H_8 จัดอยู่ในกลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่ไม่มีอะตอมของธาตุคลอรีน สารกลุ่มนี้เป็นอันตรายต่อสุขภาพอย่างยิ่งโดยเฉพาะกับระบบทางเดินหายใจ รายละเอียดด้านคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และ อันตรายต่อสุขภาพของ โทลูอีน แสดงดังตาราง 8

ตาราง 8 สมบัติทางกายภาพและทางเคมี และอันตรายต่อสุขภาพของ โทลูอีน

1. ชื่อทางการค้า (Trade Name)	ชื่อทางเคมี โทลูอีนฟีนิลมีเทน
1.2 ชื่อพ้องอื่นๆ (Synonyms)	Toluol , Methylbenzene , Methacide , Tolu-sol , Phenyl methane , Methylbenzol , Monomethyl benzene , Atisal 1a , Tol
สูตรทางเคมี	C_7H_8
1.3 การใช้ประโยชน์(Use)	ใช้เป็นสารตัวทำละลาย
2. การจำแนกสารเคมีอันตราย (Chemical Classification)	
2.1 U. N. Number	1294
2.2 CAS No.	108 – 88-3
2.3 สารก่อมะเร็ง	สารนี้ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง แต่มีผลกับตับ ไต กระเพาะ

Mahasarakham University

ตาราง 8 (ต่อ)

1. ชื่อทางการค้า (Trade Name)	ชื่อทางเคมี โทลูอีนฟีนิลมีเทน
1.2 ชื่อพ้องอื่นๆ (Synonyms)	Toluol , Methylbenzene , Methacide , Tolu-sol , Phenyl methane , Methylbenzol , Monomethyl benzene , Atisal 1a , Tol
สูตรทางเคมี	C_7H_8
1.3 การใช้ประโยชน์(Use)	ใช้เป็นสารตัวทำละลาย
2. การจำแนกสารเคมีอันตราย (Chemical Classification)	
2.1 U. N. Number	1294
2.2 CAS No.	108 – 88-3
2.3 สารก่อมะเร็ง	สารนี้ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง แต่มีผลกับตับ ไต กระเพาะ
3. สารประกอบที่เป็นอันตราย (Hazardous Ingredients)	
3.1 ชื่อสารเคมี(Substances)	โทลูอีน
เปอร์เซ็นต์(Percent)	100 %
ค่ามาตรฐานความปลอดภัย(TLV)	50 ppm
ค่า LD_{50}	5,000 mg/ kg
4. ข้อมูลทางกายภาพและเคมี (Physical and Chemical Data)	
4.1 จุดเดือด (Boiling Point)	110.6°C
4.2 จุดหลอมเหลว (Melting Point)/จุดเยือกแข็ง	- 126°C
4.3 ความดันไอ (Vapour Pressure)	22 มิลลิเมตรของปรอทที่ $20.^0$C
4.4 การละลายได้ในน้ำ (Solubility in water)	0.054 - 0.058 กรัม / 100 มิลลิลิตร.
4.5 ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)	0.87
4.6 อัตราการระเหย (Evaporating Rate)	-
4.7 ลักษณะ สี และ กลิ่น (Appearance colour and Odor)	เป็นของเหลวใสไม่มีสีมีกลิ่นหอมหวานของอะโรมาติก
4.8 ความเป็นกรด- ด่าง (pH-value)	-
5. ข้อมูลอันตรายต่อสุขภาพ (Health Hazard Data)	ทางหายใจผิวหนังและปาก
5.1 ทางเข้าสู่ร่างกาย (Ways of Exposure)	- การหายใจรับสารนี้เข้าไปจะก่อให้เกิดการระคายเคืองเกิดอาการปวดศีรษะวิงเวียนศีรษะคลื่นไส้ - การกลืนกินเข้าไปจะก่อให้เกิดการระคายเคืองทำให้ปวดท้องปวดศีรษะวิงเวียนและมึนงง

Mahasarakham University

ตาราง 8 (ต่อ)

5.2 อันตรายเฉพาะที่(ผิวหนังตาเยื่อบุ) [Local Effects(Skin Eyes Mucous Membranes)]	- การสัมผัสถูกผิวหนังจะก่อให้เกิดการระคายเคืองทำให้เกิดผื่นแดง การสัมผัสถูกตาจะก่อให้เกิดการระคายเคืองทำให้ตาแดง
5.3 ผลการสัมผัสสารที่มีปริมาณมากเกินไปในระยะสั้น (Effects of Over Exposure, Short – term)	-
5.4 ผลการสัมผัสสารที่มีปริมาณมากเกินไปในระยะยาว(Effects of Over Exposure, Long – term)	-
5.5 ค่ามาตรฐานความปลอดภัย (TLV)	50 ppm

2.2.6 สารเอทธิลเบนซีน (Ethylbenzene)

สารเอทธิลเบนซีน มีสูตรทางเคมี คือ C_8H_{10} จัดอยู่ในกลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่ไม่มีอะตอมของธาตุคลอรีน สารกลุ่มนี้เป็นอันตรายต่อสุขภาพอย่างยิ่งโดยเฉพาะกับระบบทางเดินหายใจ รายละเอียดด้านคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และอันตรายต่อสุขภาพของเอทธิลเบนซิน ดังตาราง 9

ตาราง 9 สมบัติทางกายภาพและทางเคมี และอันตรายต่อสุขภาพของเอทธิลเบนซีน

1 ชื่อทางการค้า (Trade Name)	ชื่อทางเคมี เอทธิลเบนซีน
1.2 ชื่อพ้องอื่น ๆ (Synonyms)	Ethylbenzol, Ethylbenzene, EB, Phenyl ethane
สูตรทางเคมี	C_8H_{10}
1.3 การใช้ประโยชน์(Use)	ใช้เป็นตัวทำละลาย ใช้ในกระบวนการดูดซับและในน้ำมันปิโตรเลียมชนิดBTX
2. การจำแนกสารเคมีอันตราย(Chemical Classification)	
2.1 U. N. Number	1175
2.2 CAS No.	100 – 41-4
2.3สารก่อมะเร็ง	-
3. สารประกอบที่เป็นอันตราย (Hazardous Ingredients)	
3.1 ชื่อสารเคมี(Substances)	

Mahasarakham University

ตาราง 9 (ต่อ)

เปอร์เซ็นต์(Percent) ค่ามาตรฐานความปลอดภัย(TLV) ค่าLD50	100 ppm 3,500 mg/ kg
4.ข้อมูลทางกายภาพและเคมี(Physical and Chemical Data) 4.1 จุดเดือด (Boiling Point) 4.2 จุดหลอมเหลว (Melting Point) / จุดเยือกแข็ง 4.3 ความดันไอ (Vapour Pressure) 4.4 การละลายได้ในน้ำ(Solubility in water) 4.5 ความถ่วงจำเพาะ(Specific Gravity) 4.6 อัตราการระเหย (Evaporating Rate) 4.7 ลักษณะ สี และ กลิ่น (Appearance colour and Odor) 4.8 ความเป็นกรด- ด่าง (pH-value)	 134-137˚ C - 95˚C 10 มิลลิเมตรของปรอท ที่ 20˚C ละลายได้น้อยมาก 0.867 - เป็นของเหลว ไม่มีสี กลิ่นคล้ายอะโรมาติก -
5. ข้อมูลอันตรายต่อสุขภาพ (Health Hazard Data) 5.1 ทางเข้าสู่ร่างกาย (Ways of Exposure) 5.2 อันตรายเฉพาะที่ (ผิวหนัง ตา เยื่อบุ)[Local Effects (Skin Eyes Mucous Membranes)] 5.3 ผลการสัมผัสสารที่มีปริมาณมากเกินไปในระยะสั้น (Effects of Over Exposure , Short – term)	 ทางหายใจ ผิวหนัง และปาก - การหายใจเข้าไปจะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อเมือก และทางเดินหายใจส่วนบน กดประสาทส่วนกลาง -การกลืนกินเข้าไป จะทำให้เกิดการระคายเคือง คลื่นไส้ อาเจียน ปวดศีรษะ - การสัมผัสถูกผิวหนัง จะทำให้เกิดการระคายเคืองผิวหนัง การสัมผัสถูกตา จะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อตา -
5.4 ผลการสัมผัสสารที่มีปริมาณมากเกินไปในระยะยาว (Effects of Over Exposure , Long – term) 5.5 ค่ามาตรฐานความปลอดภัย (TLV)	อวัยวะเป้าหมาย คือระบบประสาทส่วนกลาง ปอด ทรวงอก ระบบหายใจ ไต ตับ กระเพาะปัสสาวะ อวัยวะสืบพันธุ์ เป็นอันตราย 100 ppm

Mahasarakham University

2.2.7 สารไซลีน (o -,m -, p, –Xylene)

สารไซลีน มีสูตรทางเคมี คือ C_8H_{10} จัดอยู่ในกลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่ไม่มีอะตอมของธาตุคลอรีน สารกลุ่มนี้เป็นอันตรายต่อสุขภาพอย่างยิ่งโดยเฉพาะกับระบบทางเดินหายใจ รายละเอียดด้านคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และ อันตรายต่อสุขภาพของไซลีน แสดงดังตาราง 10

ตาราง 10 สมบัติทางกายภาพและทางเคมี และอันตรายต่อสุขภาพของไซลีน

1. ชื่อทางการค้า (Trade Name) 1.2 ชื่อพ้องอื่น ๆ (Synonyms) สูตรทางเคมี 1.3 การใช้ประโยชน์(Use)	ชื่อทางเคมี ไซลีน, ไดเมทธิลเบนซีน Xylol , Xylene, Dimethylbenzene (mixed isomers) , Xylenes (mixed isomers) , Xylenes (o -, m -, p, –Xylene) , C_8H_{10} ใช้เป็นสารตัวทำละลาย (Solvent)
2.การจำแนกสารเคมีอันตราย(Chemical Classification) 2.1 U. N. Number 2.2 CAS No. 2.3 สารก่อมะเร็ง	 1307 1330–20-7 ไม่เป็นสารก่อมะเร็ง แต่ทำลายประสาท เลือด ดวงตา หู ตับ ไต และเป็นอันตรายต่อทารกในครรภ์
3. สารประกอบที่เป็นอันตราย (Hazardous Ingredients) 3.1 ชื่อสารเคมี (Substances) เปอร์เซ็นต์(Percent) ค่ามาตรฐานความปลอดภัย(TLV) ค่าLD50	 ไซลีน 100 % 100 ppm 4,000 mg/ kg
4.ข้อมูลทางกายภาพและเคมี(Physical and Chemical Data) 4.1 จุดเดือด (Boiling Point) 4.2 จุดหลอมเหลว (Melting Point) /จุดเยือกแข็ง 4.3 ความดันไอ (Vapour Pressure) 4.4 การละลายได้ในน้ำ(Solubility in water) 4.5 ความถ่วงจำเพาะ(Specific Gravity) 4.6 อัตราการระเหย (Evaporating Rate)	 138.3˚C 30˚C 6.72 มิลลิเมตรของปรอท ที่ 21˚C 0.13 กรัม / 100 มิลลิลิตร. 0.87 -

Mahasarakham University

ตาราง 10 (ต่อ)

4.7 ลักษณะ สี และ กลิ่น (Appearance colour and Odor)	เป็นของเหลว ใส กลิ่นหอมหวาน
4.8 ความเป็นกรด- ด่าง (pH-value)	-
5. ข้อมูลอันตรายต่อสุขภาพ (Health Hazard Data)	
5.1 ทางเข้าสู่ร่างกาย (Ways of Exposure)	ทางหายใจ ผิวหนัง และปาก การหายใจเข้าไป จะเกิดการระคายเคือง - การกลืนหรือกินเข้าไป เป็นอันตรายต่อร่างกาย ทำให้มีการขับของน้ำลายออกมามาก มีเหงื่อออก คลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วง ปวดท้อง และเบื่ออาหาร
5.2 อันตรายเฉพาะที่ (ผิวหนัง ตา เยื่อบุ)[Local Effects (Skin Eyes Mucous Membranes))	การสัมผัสถูกผิวหนัง จะทำให้เกิดการระคายเคือง เกิดแผลแสบไหม้ และทำให้ผิวหนังอักเสบ การสัมผัสถูกตา จะก่อให้เกิดการระคายเคือง และเกิดเป็นแผลไหม้
5.3 ผลการสัมผัสสารที่มีปริมาณมากเกินไปในระยะสั้น (Effects of Over Exposure ,Short – term)	-
5.4 ผลการสัมผัสสารที่มีปริมาณมากเกินไปในระยะยาว (Effects of Over Exposure ,Long – term)	-
5.5 ค่ามาตรฐานความปลอดภัย (TLV)	100 ppm

2.3 การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์สารเคมีในอากาศ

2.3.1 ประเภทของเก็บตัวอย่างสารเคมีในอากาศ

ในการเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีที่ปนเปื้อน สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามจุดที่ติดตั้งอุปกรณ์สะสมสารเคมี (Colletor Device) และตามระยะเวลาที่ใช้เก็บตัวอย่าง (ชมรมอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ม ส ธ. 2551) ดังนี้

1) การจัดประเภทตามจุดที่ติดตั้งอุปกรณ์ดักจับสารเคมี

1.1) การเก็บตัวอย่างสารเคมีในอากาศที่ตัวบุคคล (Personal Sample)

การเก็บตัวอย่างสารเคมีในอากาศประเภทนี้ จะติดตั้งอุปกรณ์ที่สะสมสารเคมีในอากาศไว้ที่ตัวบุคคล ณ บริเวณที่เรียกว่าบริเวณการหายใจ (Breathing Zone) ในทางปฏิบัติจะนำอุปกรณ์ดังกล่าวมาติดที่ปกเสื้อของผู้ปฏิบัติงาน (ภาพประกอบ 2) ปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีที่วิเคราะห์และคำนวณได้ คือปริมาณสารเคมีที่ผู้ปฏิบัติงานคนนั้นมีโอกาสหายใจเข้าสู่ร่างกาย

Mahasarakham University

การติดตั้งอุปกรณ์สะสมสารเคมีที่ตัวบุคคล จึงเรียกตัวอย่างประเภทนี้ว่า Personal sample และในการประเมินการสัมผัสสารเคมีของผู้ปฏิบัติงาน แนะนำว่าต้องเก็บตัวอย่างที่ตัวบุคคลนี้

ภาพประกอบ 2 การเก็บตัวอย่างสารเคมีในอากาศแบบติดตั้งที่ตัวบุคคล

1.2) การเก็บตัวอย่างสารเคมีในอากาศแบบพื้นที่ (Area sample)

การเก็บตัวอย่างประเภทติดตั้งแบบพื้นที่ จะแตกต่างจากการเก็บตัวอย่างประเภทแรกตรงที่แทนที่จะนำอุปกรณ์สะสมสารเคมีมาติดที่ตัวคน กลับไปติดตั้งที่อุปกรณ์อื่นๆ โดยทั่วไปที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือขาตั้งกล้อง (ภาพประกอบ 3) และวางขาตั้งกล้องนั้นไว้ ณ จุดหรือบริเวณที่ต้องการทราบว่ามีปริมาณสารเคมีฟุ้งกระจายมากน้อยเพียงใด ด้วยเหตุนี้จึงเรียกเป็น Asea Sample

ภาพประกอบ 3 การเก็บตัวอย่างสารเคมีในอากาศแบบพื้นที่

การเก็บตัวอย่างสารเคมีในอากาศแบบพื้นที่ จะดำเนินการในกรณีต่อไปนี้

1. เมื่อต้องการประเมินการสัมผัสสารเคมีของผู้ปฏิบัติงาน แต่จะด้วยเหตุใดก็ตามไม่สามารถเก็บตัวอย่างที่ตัวบุคคลได้ เช่น ผู้ปฏิบัติงานต้องทำงานในที่คับแคบ ท่าทางการทำงานไม่เอื้อต่อการติดตั้งอุปกรณ์ เมื่อจะเก็บตัวอย่างอากาศแบบนี้ต้องพิจารณาเลือกจุดหรือพื้นที่ที่จะติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศที่เหมาะสม

Mahasarakham University

2. เมื่อต้องการทราบปริมาณความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศทั่วๆ ไปของสถานที่ทำงานจึงเลือกกระจายจุดเก็บตัวอย่างอากาศในสถานที่ทำงาน

3. เมื่อต้องการทราบว่ามีการรั่วไหลของสารเคมีในระบบการผลิตหรือไม่ โดยติดตั้งอุปกรณ์สะสมสารเคมีให้ใกล้แหล่งหรือจุดที่จะเกิดการรั่วไหล เช่น บริเวณรอยต่อของท่อในทางปฏิบัติอาจติดสัญญาณเตือนเป็นแสง เป็นเสียง เพื่อทำให้คนทราบว่ามีการรั่วไหลของสารเคมี

4. เมื่อต้องการประเมินสภาพการฟุ้งกระจายของสารเคมีในอากาศว่ามีมากน้อยเพียงใด จะเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานที่จะเข้าไปทำงานหรือไม่

1.3) การเก็บตัวอย่างสารเคมีในอากาศที่แหล่งกำเนิด (Source sample)

การเก็บตัวอย่างประเภทนี้ จะติดตั้งอุปกรณ์สะสมสารเคมี ณ แหล่งกำเนิดสารเคมีเพื่อจะทราบถึงอัตราการรั่วไหลหรือแพร่กระจายสารเคมี ชี้บ่งจุดที่เกิดการรั่วไหล หรือเพื่อประเมินประสิทธิผลของระบบควบคุมว่าทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ ผลการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีจากตัวอย่างประเภทนี้ จะไม่นำมาใช้ในการประเมินการสัมผัสสารเคมีของผู้ปฏิบัติงาน

2) การจัดประเภทตามระยะเวลาที่ใช้เก็บตัวอย่าง

นอกจากการแบ่งประเภทของตัวอย่างสารเคมีในอากาศโดยยึดเอาจุดที่ติดตั้งอุปกรณ์สะสมสารเคมีเป็นหลักแล้ว อาจจัดแบ่งประเภทของตัวอย่างดังกล่าวโดยยึดเอาเรื่องระยะเวลาที่ใช้เก็บตัวอย่าง (Sampling Time) มาเป็นหลัก ในกรณีนี้จะแบ่งตัวอย่างสารเคมีในอากาศออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1) ตัวอย่างแบบบูรณการ (Integrated Sample) หรือแบบใช้เวลาเก็บตัวอย่างนาน

ตัวอย่างประเภทนี้จะใช้ระยะเวลาเก็บตัวอย่างอากาศนานพอสมควร อย่างน้อยต้อง 15 นาที ในการประเมินการสัมผัสสารเคมีทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรมจะเก็บตัวอย่างแบบนี้สำหรับสารเคมีที่มีค่ามาตรฐานเป็นค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน (Time Weighted Average – TWA) ซึ่งใช้ระยะเวลาเก็บตัวอย่าง 8 ชั่วโมง และค่าการสัมผัสระยะสั้น (Short Term Exposure Limit - STEL) ที่ใช้เวลาเก็บตัวอย่างนาน 15 นาที

2.2) ตัวอย่างแบบเก็บทันที (Instantaneous Sample) หรือแบบใช้เวลาเก็บสั้นๆ (Grab Sample)

ตัวอย่างประเภทนี้จะได้มาจากการเก็บตัวอย่างอากาศที่ใช้ระยะเวลาสั้นมากๆ โดยทั่วไปคือน้อยกว่า 5 นาที นักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมจะใช้ตัวอย่างประเภทนี้ในการประเมินการสัมผัสสารเคมีที่มีค่ามาตรฐานเป็นแบบค่าสูงสุด(Peak, max or ceiling) หรือใช้เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการวางแผนการตรวจวัดอย่างละเอียดต่อไป หรือใช้ประกอบการตัดสินใจที่จะเข้าไปทำงานในที่ใดที่หนึ่ง

2.3.2 การวิเคราะห์สารเคมีในอากาศ

Gas Chromatograph-Mass Spectrometer (GC-MS) เป็นเทคนิคที่สามารถทำนายชนิดขององค์ประกอบที่มีอยู่ในสารได้อย่างค่อนข้างแม่นยำโดยอาศัยการเปรียบเทียบ Fingerprint ของเลขมวล (Mass Number) ของสารตัวอย่างนั้นๆ กับข้อมูลที่มีอยู่ใน Library นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการวิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) และเชิงคุณภาพ (Qualitative Analysis)

Mahasarakham University

GC - MS ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของเครื่อง GC (Gas Chromatography) และส่วนของเครื่อง Mass Spectrometer ดังแสดงในภาพประกอบ 4

ภาพประกอบ 4 เครื่อง GC – MS

โดย GC - MS ซึ่งเป็นเทคนิค 2 เทคนิคที่มารวมกันซึ่งนำมาวิเคราะห์พวกสารผสมที่สามารถระเหยได้ในอุณหภูมิไม่สูงนัก โดยที่ Gas Chromatography เป็นส่วนที่แยกสารสารผสมออกจากกัน ส่วน Mass Spectrometer เป็นส่วนที่การวิเคราะห์ชนิดของสารหรือองค์ประกอบของสาร เมื่อนำเทคนิค ทั้งสองมารวมกันจะสามารถนำมาวิเคราะห์สารผสม ทั้งทางปริมาณวิเคราะห์และ คุณภาพวิเคราะห์ GC – MS เป็นเทคนิคที่นำไปประยุกต์ ใช้ในด้านการแพทย์ เภสัชศาสตร์ สิ่งแวดล้อม รวมไปถึงในด้านกฎหมาย

2.4 การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ

การประเมินความเสี่ยง หมายถึง กระบวนการประเมินโอกาสที่จะเกิดความเป็นพิษต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ เช่น การบาดเจ็บ การเจ็บป่วยหรือการตาย ที่เกิดจาการได้รับสารพิษ สารเคมี ที่ทำให้เกิดโรค การประเมินความเสี่ยงเป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับความเป็นพิษที่เกิดขึ้นจากการได้รับสารเคมีในปริมาณน้อย ๆ และเป็นเวลานาน ตลอดจนปริมาณสูงสุดที่มนุษย์สามารถรับได้ในแต่ละวันโดยไม่เกิดอันตรายใด ๆ ต่อสุขภาพ

การประเมินความเสี่ยงเป็นขั้นตอนแรกของการวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1) การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment)

2) การจัดการความเสี่ยง (Risk Management) คือ การหาแนวทางมาจัดการความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ เช่น มาตรการ ออกกฎหมาย ข้อบังคับ กำหนด การออกคำแนะนำ ยกเลิกการใช้ จำกัดการใช้

Mahasarakham University

3) การสื่อสารความเสี่ยง (Risk Communication) คือ การสื่อสารความเสี่ยงเป็นขั้นตอนการนำเสนอผลการประเมินความเสี่ยงและการจัดการความเสี่ยงที่ได้ดำเนินงานให้กับประชาชนทราบ

การประเมินปริมาณสารมลพิษที่ร่างกายได้รับ

สามารถคำนวณได้ตามสมการที่ 2.1

$$\mathrm{CDI} = \frac{\mathrm{C \times IR \times ET \times EF \times EP}}{\mathrm{BW \times AT}} \qquad 2.1$$

เมื่อ CDI = ปริมาณสารมลพิษที่ร่างกายได้รับเป็นประจำ (มก./กก.-วัน)
C = ความเข้มข้นมลพิษ (มก./ลบ.ม.)
IR = อัตราการหายใจ (ลบ.ม./ชม.)
ET = เวลาในการสัมผัส (ชม. /วัน)
EF = ความถี่ของการสัมผัส (วัน/ปี)
EP = ระยะเวลาที่สัมผัส (ปี)
BW = น้ำหนักของร่างกาย (กก.)
AT = ระยะเวลาที่ใช้ในการเฉลี่ย (วัน)

การวิเคราะห์ค่าความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง (Cancer Risk)

สำหรับสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง สามารถทำการประเมินความเสี่ยง และคำนวณได้จากสมการ 2.2

$$\mathrm{Cancer\ Risk} = \mathrm{CDI \times SF} \qquad 2.2$$

เมื่อ SF = Slope Factor (มก./กก.-วัน)$^{-1}$

การวิเคราะห์ค่าความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสสารที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง (Non – Cancer Risk)

สำหรับสารที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง สามารถที่การประเมินความเสี่ยง และการคำนวณได้จากสมการ 2.3

$$HQ = \frac{CDI}{RfD} \qquad 2.3$$

เมื่อ HQ = Non-Cancer Hazard Quotient (ไม่มีหน่วย)
RfD = Reference Dose (มก./กก.-วัน)

ในกรณีที่ร่างกายได้รับสารมลพิษประเภทไม่ก่อมะเร็งมากกว่า 1 ชนิด โดยสมมติให้ระดับผลกระทบที่ร่างกายได้รับแปรตามผลรวมของการได้รับสารมลพิษแต่ละชนิด ดังสมการ 2.4

Mahasarakham University

$$HI = \sum HQ_i \qquad 2.4$$

เมื่อ HI = Total Non – Cancer Risk

HQ = Non – Cancer Hazard ของสารมลพิษชนิด i

ถ้า HI มีค่ามากกว่าหนึ่ง หมายถึง ผู้ได้รับมลพิษควรมีการตระหนักถึงผลกระทบต่อสุขภาพ

2.5 โปรแกรม AutoCAD Land Development Desktop

เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถทั้งในด้านการเขียนแบบ และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างฐานข้อมูล และ แบบแปลน (Drawing) เพื่อการทำงานทางด้าน GIS และ การสร้างภาพผิวพื้นแบบสามมิติ และ เส้นชั้นความสูง (Contour) สามารถทำงานสำรวจนำข้อมูลจากกล้องสำรวจ มาทำการคำนวณงานวงรอบ ใช้ในงานถนน งานคลอง สามารถทำ Cross Section Profile Sheet งานดินตัด ดินถมโดยอัตโนมัติตลอดจนงานทางด้านอุทกวิทยาและชลศาสตร์

รายละเอียด ลำดับ ชุดคำสั่ง ที่ใช้ในการออกแบบถนน ด้วยโปรแกรม Autodesk Land Desktop:

1. Surface
2. Horizontal Alignment
3. Vertical Alignment
4. Vertical Curve
5. Cross Section Profile
6. Design Control
7. View/Edit Section
8. Curve Widening
9. Section Plot
10. Volume Calculation
11. 3D View

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยในประเทศ

ไพลิน ทวีวงษ์ และคณะ (2010) ได้ทำการประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยของพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในเขตกรุงเทพมหานครโดยทำการเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 8 ชั่วโมงระหว่างเวลา 6.00 – 14.00 น.จำนวน 10 สถานีทำการเก็บตัวอย่างจากพนักงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงโดยทำการติดหลอด passive gas tube ตรงบริเวณหน้าอกของพนักงาน พบสารอินทรีย์ระเหย10 ชนิดได้แก่ Methyl – Tertiary – Butyl – Ether (MTBE) , Benzene, Isooctane,n – heptanes, Toluene, Ethylbenzene, m,p - Xylene, o – Xylene, Styrene, 3 – Ethylbenzene และ

Mahasarakham University

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 / ลูกบาศก์เมตรตามลำดับจากผลการตรวจวัดสารวีโอซีดังกล่าวชนิดสารที่สามารถนำมาประเมินความเสี่ยงได้มี 5 ชนิดคือ 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} ตามลำดับซึ่งสูงกว่าค่าที่ยอมรับได้ที่กำหนดไว้ที่ 1×10^{-6} ขณะที่ระดับความเสี่ยงของสาร Ethylbenzene เท่ากับ 1.55×10^{-6} - 5.83×10^{-6}ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ส่วนค่าความเสี่ยงของสาร Toluene และ Xylene ที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็งยังไม่พบโอกาสในการเพิ่มความเสี่ยงจากการรับสัมผัสเนื่องจากมีค่า HQ เท่ากับ 0.01 - 0.04 และ 0.03 - 0.10 ตามลาดับซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1

นิลุบล เล็กเจริญกุล (2006) ได้ทำการศึกษารูปแบบการประมาณ ค่าการสัมผัสสาร Benzene และ Toluene ของพนักงานที่ให้บริการเติมน้ำมัน ในพนักงานที่ปฏิบัติงานในสถานีบริการน้ำมัน กลุ่มตัวอย่างเป็น พนักงานที่มีหน้า ที่เติมน้ำ มันให้รถยนต์ในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง 46 แห่ง ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวน 165 คน เก็บตัวอย่างความเข้มข้นของ Benzeneและ Tolueneที่ระดับลมหายใจของพนักงาน ตลอดระยะเวลาทำงาน 1 วัน และมีการเก็บตัวอย่างน้ำมันเบนซิน 91 และ 95 เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสาร Benzene ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ มีการตรวจวัดปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ความเร็วลมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ทุกๆ 40 นาที ในบริเวณสถานีบริการน้ำมัน รวมทั้งเก็บ ข้อมูลยอดขายน้ำมันเบนซินที่ขายได้ในกะนั้นหลังจากนั้นวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ผลการศึกษาพบว่าระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของสาร Benzene และ Toluene ในอากาศที่บริเวณหายใจของพนักงานมีค่า เท่ากับ 54.48 ± 30.16 และ 78.63 ± 38.02 ppb ตามลำดับ ปริมาณ Benzene ในน้ำมันเบนซินออกเทน 91 และ 95 มีค่าเท่ากับ 1.69 ± 0.49 เปอร์เซ็นต์ และ 1.55 ± 0.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับโดยปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดคือปริมาณ Benzene และ Toluene ในน้ำมันเบนซินดังนั้น การลดปริมาณ Benzene และ Toluene ในน้ำมันเบนซินจะทำให้ปริมาณ Benzene และ Toluene ที่พนักงานเติมน้ำมันที่อาจรับสัมผัสเข้าไปลดลง

เจริญศรี กี้ประเสริฐทรัพย์ (2005) ประเมินความเสี่ยงอันตรายจากสาร Methyl Tertiary Butyl Ether (MTBE) ในน้ำมันเบนซิน ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยทำการเก็บตัวอย่างอากาศสาร MTBE ในบริเวณสถานีบริการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิง 9 แห่ง ณ จุดเก็บตัวอย่างที่เกาะจ่ายน้ำมัน และที่ขอบรั้วของสถานีบริการน้ำมัน รวมทั้งเก็บตัวอย่างอากาศที่บริเวณสี่แยกจราจร 6 แห่งในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร ทั้งในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาว พบว่า บริเวณเกาะจ่ายน้ำมันมีปริมาณสาร MTBE เข้มข้นมากกว่าบริเวณขอบรั้วของสถานีน้ำมันในทุกพื้นที่ศึกษา โดยบริเวณเกาะจ่ายน้ำมัน มีความเข้มข้นของสาร MTBE ในอากาศตั้งแต่ 0.011 - 4.616 mg/m^3 และบริเวณขอบรั้วสาร MTBE มีความเข้มข้นตั้งแต่ 0.001 - 0.23 mg/m^3 และพบว่าปริมาณสาร MTBE ที่บริเวณเกาะจ่ายน้ำมันและที่ขอบรั้วของสถานีบริการฯ มีความสัมพันธ์แปรตามปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเบนซิน (r^2 = 0.505 และ r^2 = 0.458 ตามลำดับ) สำหรับบริเวณพื้นที่สี่แยกจราจร 6 แห่งในพื้นที่กรุงเทพฯ พบว่าความเข้มข้นของสาร MTBE ในอากาศบริเวณสี่แยกมีค่าตั้งแต่ 0.006 - 0.251 mg/m^3 แต่ปริมาณสาร MTBE ที่บริเวณขอบรั้วของสถานีบริการน้ำมันและบริเวณทางแยกจราจรในฤดูร้อนและในฤดูหนาวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) และบริเวณเกาะจ่ายน้ำมันจึงเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอันตรายเรื้อรังจากสาร MTBE ที่ระเหยออกมาจากน้ำมันขณะมีการจ่ายน้ำมัน สถานีบริการน้ำมันในกลุ่มนี้ จึงควรมีระบบ

Mahasarakham University

ป้องกันไอระเหยจากน้ำมันขณะที่มีการจ่ายน้ำมัน เพื่อลดปริมาณสาร MTBE ที่ระเหยออกมา และยังเป็นการลดปริมาณสารอินทรีย์ระเหยชนิดอื่นที่ระเหยออกมาจากน้ำมันเชื้อเพลิงได้อีกด้วย ซึ่งสารเคมีเหล่านั้นล้วนทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ทั้งสิ้น

2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Carrieri และคณะ (2005) การเปรียบเทียบวิธีการประเมินความเสี่ยงในการประกอบอาชีพที่มี การสัมผัสBenzene ในพนักงานเติมน้ำมันที่สถานีและประเมินดัชนีการได้รับสัมผัสทางชีวภาพ (Biological, BEI), trans, trans - muconic (t, t-MA) หรือ S-phenylmercapturic (S - PMA) ว่าดัชนีไหนแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์กับความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมการสัมผัสกับสาร Benzeneวัดโดยใช้การเก็บตัวอย่างแบบพาสซีฟเก็บตัวอย่างเป็นเวลาประมาณ 8 ชั่วโมงเก็บตัวอย่างจากพนักงานทั้งหมด 33 คน จากหลายสถานีในเมืองขนาดกลางในภาคเหนือประเทศอิตาลี การวิเคราะห์ Benzeneโดยใช้GC - FID ส่วนดัชนี S - PMA และ t, t - MA ใช้วิธี Immunochemiluminescent และโดยวิธี HPLC - UV ที่ 264 นาโนเมตร ตามลำดับ โดยใช้ตัวอย่างจากตัวอย่างปัสสาวะของพนักงาน พฤติกรรมการสูบบุหรี่และการใช้ชีวิตโดยการใช้ชีวิตสำรวจโดยการใช้แบบสอบถามจากการตรวจสอบข้อมูลแสดงให้เห็นว่าการได้รับ Benzene สำหรับพนักงานเติมน้ำมันที่สถานีอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับมาตรฐานACGIH และไม่พบ ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างการสัมผัสกับน้ำมัน และดัชนีt, t-MA หรือ S-PMA ดังนั้นการใช้ค่าที่คาดหวังในการตรวจสอบทางชีวภาพไม่ได้ปรับปรุงความสัมพันธ์ เมื่อความเข้มข้นของ Benzene ต่ำ การตรวจสอบด้านสิ่งแวดล้อมน่าจะเป็นวิธีที่ดีที่สุดของการประเมินความเสี่ยงของแต่ละบุคคล อย่างไรก็ตามการตรวจสอบทางชีวภาพยังคงมีประโยชน์เช่นในกรณีการประเมินความเสี่ยงของกลุ่ม

Karakitsios และคณะ (2007) ประเมินและทำนายการสัมผัสกับ Benzeneของพนักงานสถานีบริการน้ำมัน การศึกษาทำโดยใน 2 สถานี (ในเมืองและในชนบท) ด้วยวิธีการเก็บตัวอย่างแบบพาสซีฟ มีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติม ได้แก่การวัดค่าของการสัมผัส Benzene ของพนักงานที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่ต่าง ๆ ด้วยวิธีเอ็กทีฟข้อมูลทั้งทางอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลการจราจรทั้งในฤดูร้อนและฤดูหนาวเพื่อ ใช้ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของรูปแบบการสัมผัสสารมลพิษนอกจากนี้ชุดของเครือข่ายประสาทเทียม (ANNs) ได้รับการพัฒนาเพื่อใช้ทำนายรูปแบบการสัมผัส Benzene สำหรับพนักงานสถานีบริการโดยใช้ข้อมูลการเก็บตัวอย่างแบบแอ็กทีฟและพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสของพนักงาน ผลการศึกษาพบว่าการติดตั้งระบบการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงแบบดูดไอกลับจะช่วยให้ Benzene หลุดออกสู่บรรยากาศลดลงมากเมื่อเทียบกับอดีตที่ผ่านมาอย่างไรพนักงานสถานียังคงสัมผัสกับ Benzene ค่อนข้างสูง การสัมผัสกับ Benzene ของพนักงานเก็บเงินในอาคารของสถานีมีความสัมพันธ์อย่างยิ่งก็ตามกับการเติมน้ำมันรถ (ระดับการระเหยสูงถึง 85 mg / m^3) ในขณะที่กิจกรรมเช่น การล้างรถหรือการทำงานระดับการสัมผัสสาร Benzene ต่ำ (44 และ 24 mg / m^3 ตามลำดับ)ส่วนในสถานีบริการน้ำมันในชนบทมีระดับ Benzene ต่ำเมื่อเทียบกับสถานีบริการในเมือง เนื่องจากปริมาณการซื้อขายน้ำมันเบนซินมีน้อยกว่าและการจราจรมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อสถานีในเมือง การพัฒนา ANN มีแนวโน้มที่ให้ผลในการทำนายของรูปแบบการสัมผัสได้ดีมากและการประเมินค่าพารามิเตอร์ช่วยยืนยันความสำคัญของขั้นตอนการเติมน้ำมันว่ามีผลต่อระดับการสัมผัส Benzene

Mahasarakham University

Morales Terres และคณะ (2010) ประเมินผลกระทบของสถานีบริการน้ำมันต่อสภาพแวดล้อมโดยรอบสถานีบทความนี้อธิบายวิธีการประเมินขอบเขตที่สถานีบริการน้ำมันส่งผลกระทบต่อชุมชนโดยรอบ วิธีการประเมินใช้การเปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วนของความเข้มข้นของสารมลพิษ อะลิฟาติก อะโรมาติกและไฮโดรคาร์บอนในบรรยากาศในสถานีน้ำมันกับความเข้มข้นในบรรยากาศทั่วไป (ที่ไม่ได้รับผลกระทบ) การศึกษาได้ดำเนินการใน เมืองมูร์เซีย ประเทศสเปน ใช้เวลาในการเก็บตัวอย่าง 110 ชั่วโมงแบ่งเป็นสภาพการจราจรในเมืองที่ ไม่เหมือนกันตลอดสัปดาห์ (ตั้งแต่วันจันทร์เวลา 08.00 ถึงวันศุกร์เวลา 22.00 น.) ต่างไปจากวันหยุดสุดสัปดาห์ (วันศุกร์ 22.00น. ถึงวันจันทร์ 08.00 น.) ทำการเก็บตัวอย่างอากาศด้วยวิธีพาสซีฟ วิเคราะห์สารอินทรีย์ระเหยได้แก่ Benzene และ Hexane ผลการศึกษาพบว่า การกระจายของมลพิษไปในทิศทางใต้ลม ในระยะที่ปลอดภัยของการกระจายตัวของสารอินทรีย์ระเหยอยู่ที่ระยะ 75 เมตร การประยุกต์ใช้วิธีการนี้จะช่วยท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องกับการวัดอากาศที่สถานีน้ำมันและอาคาร สิ่งปลูกสร้างทั่วไปบริเวณสถานีบริการน้ำมัน เพื่อการบริหารจัดการที่ดินและจำกัดเขตบ้านเรือน ที่อยู่อาศัย การทำกิจกรรมต่างๆในชีวิตประจำวัน โรงเรียน โรงพยาบาลรอบๆสถานีบริการน้ำมันได้อย่างมีคุณภาพ

Mahasarakham University

ตาราง 11 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวัดความเข้มข้นสารอินทรีย์ระเหยในสถานีบริการน้ำมันและการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ

สถานที่เก็บตัวอย่าง	วิธีการเก็บตัวอย่าง	สารอินทรีย์ระเหยที่ศึกษา	ความเข้มข้นในอากาศ	ความเสี่ยงการได้รับสารมลพิษ	อ้างอิง
กรุงเทพมหานคร	เก็บทั้งหมด 8 ชั่วโมง ระหว่างเวลา 6.00 – 14.00 น. จำนวน 10 สถานี เก็บตัวอย่างจากพนักงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง	Methyl – Tertiary – Butyl – Ether (MTBE) , Benzene , Isooctane , N – heptanes , Toluene , Ethylbenzene , m , p-Xylene, o – Xylene , Styrene , 3 –Ethylbenzeneและ Decanal	Methyl– Tertiary – Butyl – Ether (MTBE) 638 – 1628Benzene 308 – 852 Isooctane 20 – 49 n – heptanes140 – 401 Toluene 270 – 682 ,Ethylbenzene10 -27 m , p-Xylene,o – Xylene 22 – 58, Styrene 11 – 20 3–Ethylbenzene13 - 26 Decanal1.8 – 9.8 mg/m^3	Benzene : 2.41×10^{-5} Ethylbenzene : 1.18×10^{-4} Toluene : 3.42×10^{-4} Xylene : 1.23×10^{-3}	ไพลิน ทวีวงษ์และคณะ (2010)

Mahasarakham University

ตาราง 11 (ต่อ)

กรุงเทพมหานคร	เก็บตัวอย่างทั้งหมด 46 แห่ง จำนวน 165 คน ระยะเวลาทำงาน 1 วัน เก็บข้อมูลทางอุตุนิยม ๆ 40 นาที่	Benzene Toluene	Benzene 54.48 ± 30.16 ppb Toluene78.63 ± 38.02 ppb	ไม่ได้รายงานผล	นิลุบล เล็กเจริญกุล (2006)
กรุงเทพมหานคร	เก็บตัวอย่างทั้งหมด9 แห่ง จุดเก็บตัวอย่างที่เกาะจ่ายน้ำมันและที่ขอบรั้วของสถานีบริการน้ำมัน รวมทั้งเก็บตัวอย่างอากาศที่บริเวณสี่แยกจราจร 6 แห่งในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เก็บตัวอย่างทั้งหมด 2 ฤดู ฤดูร้อนและฤดูหนาว เก็บตัวอย่างจากระดับลมหายใจของพนักงานและเก็บข้อมูลยอดขายน้ำมันมัน	Methyl Tertiary Butyl Ether (MTBE)	● MTBEบริเวณในสถานี 0.011-4.616 mg/m^3 ● MTBEบริเวณริมรั้ว 0.001-0.23 mg/m^3	ไม่ได้รายงานผล	เจริญศรี กี้ประเสริฐ ทรัพย์ (2005)

Mahasarakham University

ตาราง 11 (ต่อ)

อิตาลี	เก็บตัวอย่างเป็นเวลาประมาณ 8 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างจากพนังงานทั้ง 33 คน แบบสอบถาม	Benzene	Benzene : 44 mg/m^3อยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับแต่ละ ACGIH	ไม่ได้รายงานผล	Carrieriและคณะ(2005)
เมืองโยอานนีนา ประเทศกรีซ	เก็บข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลการจราจร ฤดูร้อนและฤดูหนาว การสัมผัสกับน้ำมันเบนซินของพนักงานที่ทำงานในทั้ง 2 สถานีในเมืองและในชนบท	Benzene	Benzene 15-52 $\mathbf{mg} -/ m^3$	ไม่ได้รายงานผล	Karakitsios และคณะ (2007)
เมืองมูร์เซีย ประเทศสเปน	เก็บตัวอย่าง 110 ชั่วโมง สัปดาห์ (ตั้งแต่วันจันทร์เวลา 08.00 ถึงวันศุกร์เวลา 22.00 น. จากวันหยุดสุดสัปดาห์ (วันศุกร์ 22.00น. ถึงวันจันทร์ 08.00 น.)	Benzene n–hexane cyclohexane	Benzene: 0.954$\mu g / m^3$ n -hexane:0.946 $\mu g / m^3$ cyclohexaneไม่ได้รายงานผล	ไม่ได้รายงานผล * ระยะที่ปล่อยภัยจากมลพิษ 75 เมตรจากแหล่งกำเนิด	Morales Terres และคณะ (2010)

Mahasarakham University

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 2 การทดลอง ได้แก่ การทดลองที่ 1 คือการกระจายตัวของสารอินทรีย์ระเหยในสถานีบริการน้ำมัน ศึกษาเกี่ยวกับทิศทางการกระจายตัวของสารอินทรีย์ระเหย.ในบรรยากาศในสถานีบริการน้ำมันตามฤดูกาลต่าง ๆ และ การทดลองที่ 2 การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของพนักงาน ศึกษาเกี่ยวกับประเมินการได้รับสารอินทรีย์ระเหยและความเสี่ยงทางสุขภาพของพนักงานในสถานีบริการน้ำมัน

3.1 การทดลองที่ 1 การกระจายตัวของสารอินทรีย์ระเหยในสถานีบริการน้ำมัน

3.1.1 สถานีบริการน้ำมันที่ศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เลือกศึกษาตัวอย่างสถานีบริการน้ำมันแบบเจาะจง รวมทั้งสิ้น 3 สถานี โดยทั้ง 3 สถานีมีจำนวนหัวจ่าย ขนาดพื้นที่ และสถานีที่ตั้งแตกต่างกัน ซึ่งมีผลต่อการได้รับสารอินทรีย์ระเหยของพนักงานและผู้ใช้บริการ และความแตกต่างของแต่ละสถานีแสดงดังตาราง 12

ตาราง 12 ข้อมูลทั่วไปของสถานีบริการน้ำมันที่ทำการศึกษา

สถานี	ตำแหน่งที่ตั้งสถานี	ขนาดพื้นที่สถานี (ตร.ม.)	จำนวนพนักงานแต่สถานี (คน/กะ)	จำนวนหัวจ่าย	ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง			
					เบนซิน 91	เบนซิน 95	แก๊สโซฮอล 91	แก๊สโซฮอล 95
A	อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด	2400	5	มีจำนวน 5 ตู้ 10 หัวจ่าย		/	/	/
B	อำเภอจตุรพักตรพิมาน จังหวัดร้อยเอ็ด	3200	12	มีจำนวน 6 ตู้ 28 หัวจ่าย	/	/	/	/
C	อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์	1600	6	มีจำนวน 6 ตู้ 12 หัวจ่าย		/	/	/

ข้อมูลบริเวณรอบข้างของสถานีบริการน้ำมันที่ทำการศึกษา

สถานีที่ 1 ตั้งอยู่ที่ อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด มีจำนวน 5 ตู้ 10 หัวจ่าย ลักษณะบริเวณโดยรอบฝั่งซ้ายหันหน้าเข้าสถานีมี ร้านค้าหน้าสถานี วัดเวฬุวัน โรงเรียนเทศบาลวัดเวฬุวัน ฝั่งขวาด้านหลังสุด เป็นบ้านเจ้าของสถานี ล้างอัดฉีด มินิมาร์ท ร้านกาแฟ บ้านรอบ ๆ สถานี ฝั่งตรงข้ามมีร้านเสริมสวย ร้านอาหารรสนิยม โรงเรียนกวดวิชาและบ้านเรือน

สถานีที่ 2 ตั้งอยู่ที่ อำเภอจตุรพักตรพิมาน จังหวัดร้อยเอ็ด มีจำนวน 6 ตู้ 28 หัวจ่าย ลักษณะบริเวณโดยรอบ ฝั่งซ้ายหันหน้าเข้าสถานี มีชุมชนและสถานที่ราชการ ฝั่งขวาหลังสุดด้าน เป็นทางชลประทานและชุมชน ฝั่งตรงข้ามกับสถานีเป็นเทศบาล สถานีตำตรวจและโรงเรียน

Mahasarakham University

สถานที่ 3 ตั้งอยู่ที่ อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ มีจำนวน 6 ตู้ 12 หัวจ่าย ลักษณะบริเวณโดยรอบฝั่งซ้ายหันหน้าเข้าสถานี มีหอพักนักศึกษาและร้านอาหาร ฝั่งขวา มีหอพักนักศึกษา ร้านขายจักรยนต์และสถานรับเลี้ยงเด็ก ฝั่งตรงข้ามกับสถานีเป็นโรงเรียน

3.1.2 การระบุสารอินทรีย์ระเหยเชิงคุณภาพและปริมาณ

ในองค์ประกอบของน้ำมันมีสารอินทรีย์ระเหยบางชนิดที่จัดว่าเป็นสารก่อมะเร็ง เช่น Benzene เป็นต้น [1] นอกจากนี้ยังมีสารอินทรีย์ระเหยอื่นที่สำคัญ เช่น Toluene, Ethylbenzene, Xylene และ Trimethylbenzene เป็นต้น ซึ่งสามารถก่อผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงานบริการ บุคคลที่มาทำกิจกรรมในหรือบริเวณรอบข้างสถานีบริการน้ำมัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะทำการเก็บตัวอย่างอากาศในบริเวณสถานีบริการน้ำมันเพื่อวัดความเข้มข้นและการกระจายตัวของสารอินทรีย์ระเหยดังนี้ Benzene, Toluene, Ethylbenzene, และ m,p - Xylene (BTEX)

3.1.2.1 การเก็บตัวอย่างอากาศ

1) อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างอากาศ

ทำการเก็บตัวอย่างอากาศด้วยวิธีการแอคทีฟ (Active Sampler) โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง ดังนี้

1.1) หลอดเก็บตัวอย่างอากาศที่ด้านในบรรจุผงคาร์บอน ของบริษัท SKC สหรัฐอเมริกา เป็นหลอดดูดซับ SKC, Anasorb CSC ถ่านมะพร้าว ขนาด 6 X 70 ม.ม. ขนาด 50/100 มิลลิกรัม ดังภาพประกอบ 5 โดยการดูดอากาศผ่านสารดูดซับด้วยปั๊มดูดอากาศด้วยอัตราคงที่ ขณะที่อากาศผ่านสารดูดซับ สารอินทรีย์ระเหยจะถูกดูดซับไว้บนสารดูดซับด้วยแรงระหว่างโมเลกุล แล้วนำสารดูดซับนั้นไปวิเคราะห์

ภาพประกอบ 5 หลอดเก็บตัวอย่าง

1.2) ปั๊มเก็บตัวอย่างชนิดชนิดพกพา (Personal Sampling Pump) ของบริษัท SKC สหรัฐอเมริกา รุ่น 224 – PCXR 4 ดังแสดงในภาพประกอบ 6 และ สามารถปรับค่าอัตราการอากาศในช่วง 5 – 5000 มิลลิลิตร / นาที ทำการปรับอัตราไหลของอากาศด้วย วาล์วควบคุมอัตราการไหลของอากาศ (Needle Valves) ให้อยู่ในระดับที่ทำการศึกษาเท่ากับ 0.15 - 0.2 ลิตร / นาที ทำการปรับเทียบอัตราการไหลด้วยเครื่องวัดอัตราการไหลอากาศของบริษัท TSI สหรัฐอเมริกา รุ่น TSI 4100 series ดังแสดงในภาพประกอบ 7 ก่อนและหลังการเก็บตัวอย่างทุกครั้ง

Mahasarakham University

ภาพประกอบ 6 ปั๊มเก็บตัวอย่างอากาศชนิดพกพา และ ปั้มเก็บตัวอย่างบริเวณสถานี

ภาพประกอบ 7 เครื่องวัดอัตราการไหลของอากาศ

ภาพประกอบ 8 จุดปั้มเก็บตัวอย่างที่ตำแหน่งหัวจ่าย

ภาพประกอบ 9 จุดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างในบริเวณของสถานี

3.1.2.2 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง

ขั้นตอนเตรียมอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างอากาศในสถานีบริการน้ำมัน ดังนี้

1) กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

2) เตรียมหลอดเก็บตัวอย่างโดยการตัดปลายที่ส่วนหัวและส่วนท้ายของหลอดเก็บตัวอย่าง

3) นำหลอดทดลองที่ทำการตัดปลายทั้งส่วนหัวและส่วนท้ายเสียบเข้ากับปั๊มเก็บตัวอย่าง

4) ปรับอัตราการไหลของปั้มและนำไปตั้งที่จุดเก็บตัวอย่างที่กำหนดไว้แล้ว

5) หลังจากการเก็บตัวอย่างอากาศเสร็จแล้วนำหลอดเก็บตัวอย่างมาปิดด้วยจุกห้เรียบร้อย ดังแสดงในภาพประกอบ 10

6) จุดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างที่ตำแหน่งหัวจ่าย และ ในบริเวณของสถานี

7) นำหลอดที่ปิดเรียบร้อยแล้วใส่กล้องปิดให้สนิทนำแช่ในตู้เย็นให้เรียบร้อยรอการสกัด

ภาพประกอบ 10 หลอดทดลองที่ปิดจุกเรียบร้อย

3.1.2.3 ระยะเวลาและจุดเก็บตัวอย่างอากาศ

ทำการเก็บตัวอย่างสารอินทรีย์ระเหยง่ายเพื่อวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณความเข้มข้นในบริเวณสถานีบริการน้ำมัน จำนวน 3 สถานี โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้ง 3 สถานี สถานีละ 3

Mahasarakham University

ครั้ง โดยแบ่งการเก็บทั้งหมดเป็น 3 ฤดู ใช้เวลาในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งใช้เวลา 8 ชั่วโมง (09.00 – 17.00 น) เลือกทำการเก็บตัวอย่างในระหว่างวันจันทร์ถึงวันศุกร์

1) ฤดูหนาว (อยู่ในช่วงเดือน ตุลาคม – กุมภาพันธ์) เก็บตัวอย่างเดือน พฤศจิกายน – มกราคม

2) ฤดูร้อน (อยู่ในช่วงเดือน มีนาคม – เมษายน) เก็บตัวอย่างเดือน เมษายน

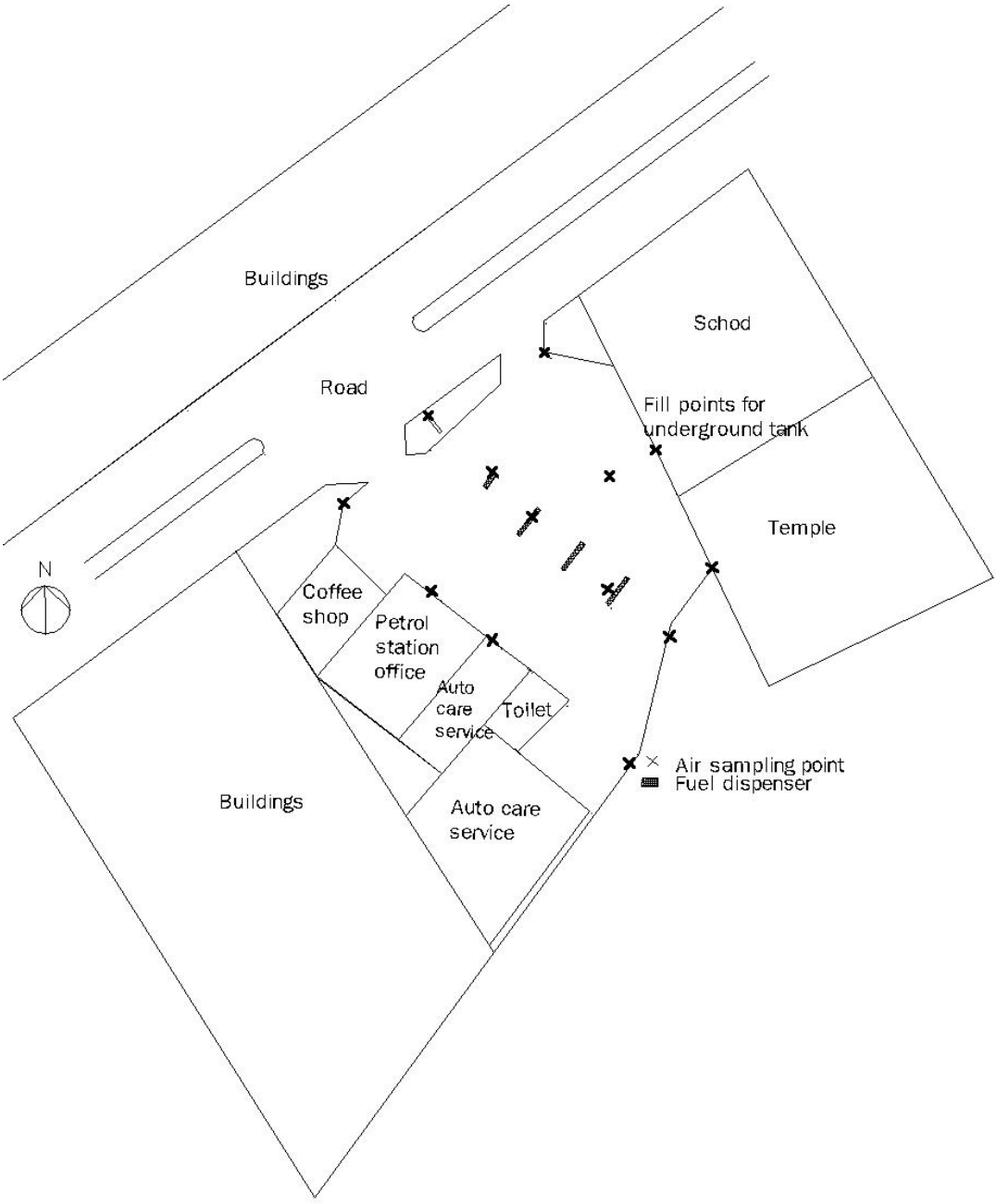
3) ฤดูฝน (อยู่ในช่วงเดือน พฤษภาคม – กันยายน) เก็บตัวอย่างเดือน กรกฎาคม

การเก็บตัวอย่างมีเฉพาะ สถานีจังหวัดสุรินทร์ และ อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด ที่เก็บได้ทั้ง 3 ฤดู ส่วน อำเภอจตุรพักตรพิมาน จังหวัดร้อยเอ็ด มีการเก็บตัวอย่างเฉพาะ ฤดูหนาว เนื่องจากมีเจ้าหน้าที่จากสำนักงานใหญ่มาตรวจสถานีบริการ ประจำปี จึงทำให้ไม่สะดวกต่อการเก็บตัวอย่างอากาศ

ผู้วิจัยได้เก็บตัวอย่างอากาศเพิ่มเติมในวันหยุดของช่วงเทศกาล ได้แก่ ปีใหม่ และสงกรานต์ ของสถานีจังหวัดสุรินทร์ เพื่อเปรียบเทียบกับวันทำงานปกติ

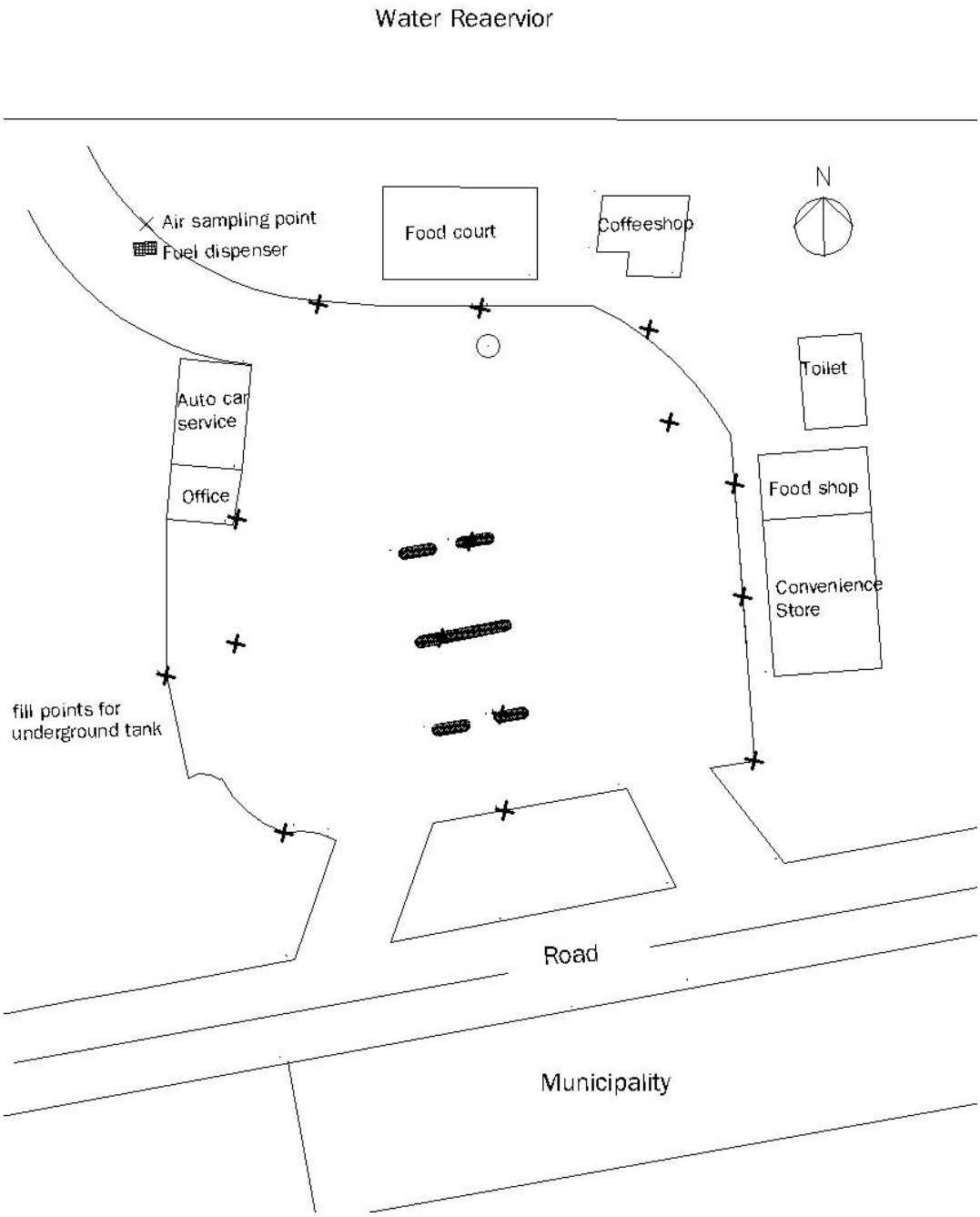
เลือกจุดเก็บตัวอย่างในสถานีบริการทั้งหมด 14 - 17 จุด แต่ละจุดห่างกันประมาณ 5 เมตร เพื่อให้ได้ข้อมูลการแสดงทิศทางการกระจายตัวของสารอินทรีย์ระเหยด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ภาพประกอบ 11 – 13 แสดงจุดเก็บตัวอย่างอากาศภายในสถานีบริการน้ำมัน ทั้ง 3 แห่ง

Mahasarakham University



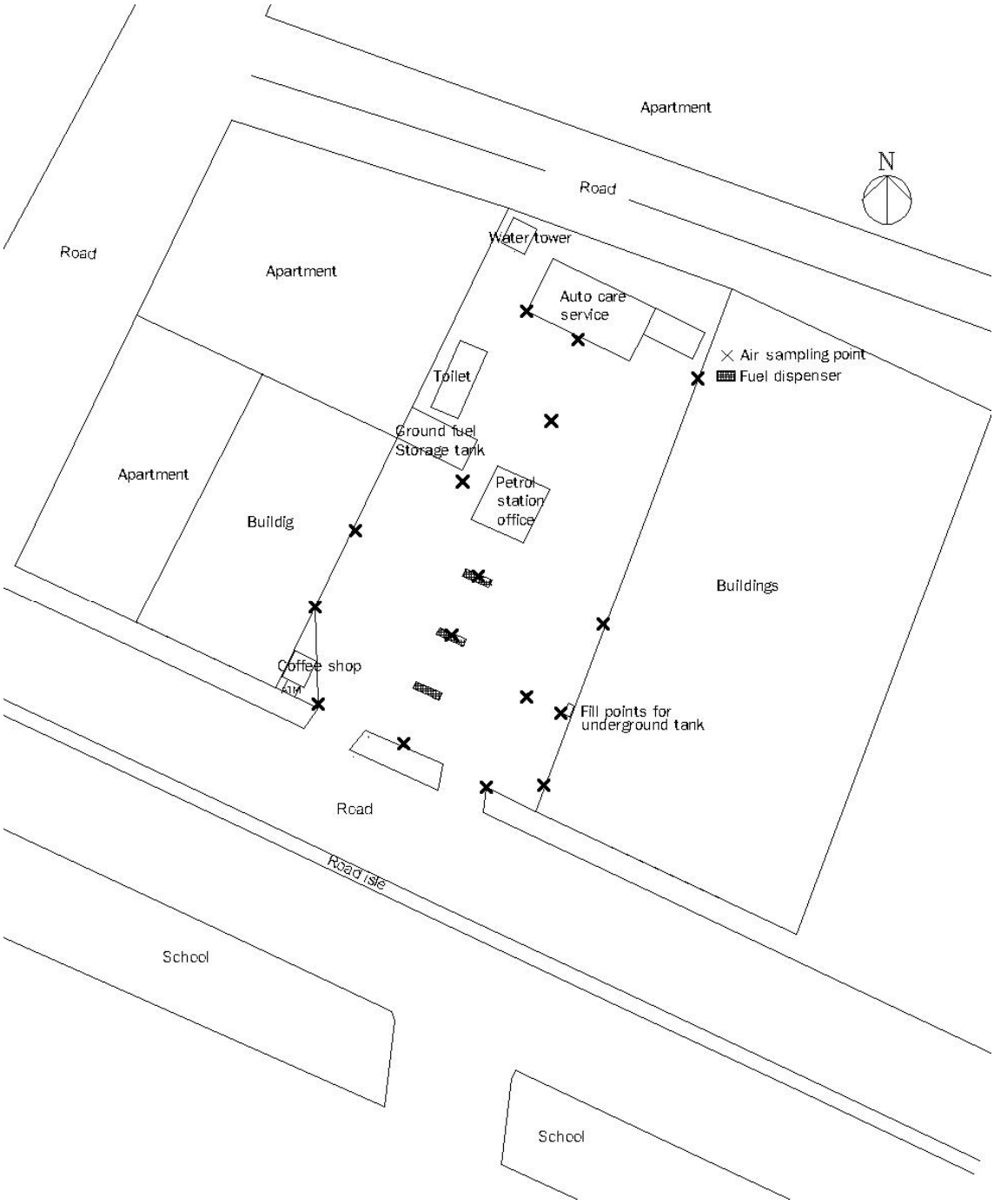
ภาพประกอบ 11 จุดเก็บตัวอย่างภายในสถานีบริการน้ำมัน อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 12 จุดเก็บตัวอย่างภายในสถานีบริการน้ำมัน อำเภอจตุรพักตรพิมาน จังหวัดร้อยเอ็ด

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 13 จุดเก็บตัวอย่างภายในสถานีบริการน้ำมัน อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์

3.1.2.4 การสำรวจและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยทำการสำรวจและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการกระจายตัวของสารอินทรีย์ระเหยได้แก่ อัตราจำนวนผู้ใช้บริการ โดยใช้วิธีการนับจำนวน ค่า อุณหภูมิ และ ความชื้นสัมพัทธ์ ใช้เครื่องalarm-hygrometer testo 608-H2 ค่าความเร็วลม ใช้เครื่อง hot wire anemometer model : AM – 4214 SD และ ทิศทางลม ใช้เสาธงในการดูทิศทางลม ทำการเก็บตัวอย่างค่าต่าง ๆ ทุกต้น

Mahasarakham University

ชั่วโมง ระยะเวลาที่ทำการสำรวจตั้งแต่เวลา 09.00 – 17.00 น โดยทำการจดบันทึกเหตุการณ์และกิจกรรมที่เกิดในช่วงเก็บตัวอย่าง ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา จังหวัดร้อยเอ็ด และจังหวัดสุรินทร์ มาใช้อ้างอิงด้วย

3.1.2.5 การวิเคราะห์สารอินทรีย์ระเหย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์สารอินทรีย์ระเหย คือ Gas Chromatography - Mass Spectrometer (GC - MS) ยี่ห้อ GC - MS SHIMADZU รุ่น QP 2010 ประเทศญี่ปุ่น และขั้นตอนการสกัดสารอินทรีย์ที่ถูกดูดซับบนสารดูดซับภายในหลอดเก็บตัวอย่าง มีดังนี้

1) นำหลอดที่ได้ทำการเก็บตัวอย่างอากาศมาสกัดโดยการเปิดจุกที่ปิดไว้ออก
2) นำตัวดูดซับออกจากหลอดเก็บตัวอย่างออกมาใส่ในขวดขนาด 4 ml
3) นำหลอดที่มีตัวดูดซับมาใส่สาร คาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS_2) 1 ml
4) นำไปเขย่าเป็นเวลา 30 นาที
5) นำเฉพาะส่วนที่เป็นสารละลายใส่ขวดขนาด 2 ml
6) นำสารละลายที่สกัดได้ไปวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารอินทรีย์ระเหย BTEX ด้วยเครื่อง GC / MS ดังมีรายละเอียดสภาวะของเครื่องแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 สภาวะของเครื่องมือ Gas Chromatography - Mass Spectrometer (GC / MS) ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์หา BTEX

พารามิเตอร์	สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์
GC / MS	
- แก๊ส	- ฮีเลียม
- อัตราการไหล	- 1.99 ml / min
- คอลัมน์	- ยี่ห้อ Restek รุ่น RTX – 5 ms สหรัฐอเมริกา (ความหนาของฟิล์ม 0.25 µm ยาว 30 m เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 mm)
- Colunm oven temperature	- อุณหภูมิเริ่มต้น 40 ^{0}C คงที่ 40 ^{0}C เป็นเวลา 1 min เพิ่มอุณหภูมิจาก 40 ^{0}C เป็น 60 ^{0}C อัตรา 3 ^{0}C / min แล้วเพิ่มจาก 60 ^{0}C เป็น 80 ^{0}C เป็นเวลา 5 ^{0}C / min
- Injector temperature	- 250 ^{0}C
- Injector mode	- Split : Ratio 10
- MS mode	- SIM mode
- MS detector temperature	- 200 ^{0}C
- Transfer line temperature	- 250 ^{0}C

3.1.2.6 วิธีการประกันคุณภาพงานวิจัย

1) ค่าปริมาณสารอินทรีย์ระเหยต่ำสุดที่สามารถวัดได้ (Method Detection limits : MDL)

องค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของสหรัฐเมริกา (United State Environmental Protection Agency, USEPA) ได้ให้คำจำกัดความของปริมาณสารเคมีต่ำสุดที่สามารถวัดได้ที่ความ

Mahasarakham University

เชื่อมั่นที่ 99 % ว่าความเข้มข้นของสารที่ต้องการวัดจะมีค่ามากกว่าศูนย์ โดยค่าปริมาณสารเคมีต่ำสุดที่สามารถวัดได้ สามารถหาได้จากสามการ

$$MDL = t_{n-1,\alpha=0.01}\,\sigma \qquad 2.5$$

เมื่อ n = จำนวนครั้งในการทำการทดลองซ้ำ

σ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทำการทดลองซ้ำ

t_{n-1} = ค่าระดับความเชื่อมั่นที่ 99 % และการประมาณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยที่ค่า Degree of Freedom เท่ากับ n - 1

ผลการวิเคราะห์ พบว่า สารอินทรีย์ตรวจวัดในการทดลองที่ 1 ได้แก่ Benzene, Toluene, Ethylbenzene, และ m , p - Xylene มีค่า MDL เท่ากับ 0.031, 0.008, 0.017, และ 0.006 มค.ก. / ลบ.ม. ตามลำดับ ในปริมาตรตัวอย่างอากาศ 96 ลิตร

2) ร้อยละการสกัดกลับสารมลพิษที่ศึกษาจากหลอดดูดซับ (% Recovery)

ทำการทดสอบโดยการฉีดสารมลพิษที่จำนวน 4 มค.ก. ในบริเวณส่วนหน้าของหลอดดูดซับ จากนั้นทำการปิดฝา ทิ้งไว้ 24 ชม. แล้วนำหลอดดูดซับบริเวณไปสกัดและฉีดวิเคราะห์หาปริมาณสารมลพิษด้วยเครื่อง GC / MS

ผลการวิเคราะห์ พบว่าในการทดลองที่ 1 สารอินทรีย์ระเหยที่ตรวจวัด ได้แก่ Benzene, Toluene, Ethylbenzene, และ m,p - Xylene มีค่า % recovery เท่ากับ 97.2 ± 32.9 , 92.3 ± 12.5 , 93.2 ± 2.42 , 95.7 ± 4.56 ตามลำดับ

3.1.3 การจัดกระทำข้อมูลทิศทางการกระจายตัวของสารอินทรีย์ระเหย

การศึกษาทิศทางการกระจายตัวของสารอินทรีย์ระเหยจากสถานีบริการน้ำมันโปรแกรม AutoCAD Land Development Desktop

ข้อมูลที่นำไปใช้ในงานวิจัย

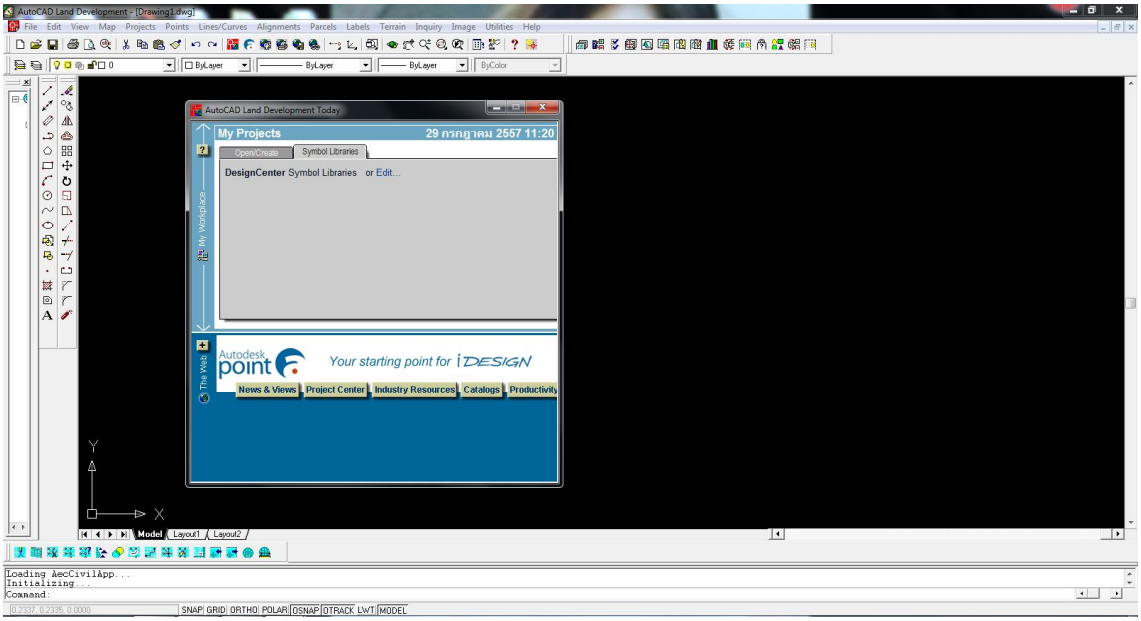
1. พิกัดจุดเก็บตัวอย่าง
2. ค่าความเข้มข้นสารอินทรีย์ระเหย
3. ข้อมูล จำนวนผู้ใช้บริการ ยอดจำหน่าย อุณหภูมิ ความชื้นสัมผัส ทิศทางลม

ขั้นตอนการสร้างเส้นความเข้มข้นสารอินทรีย์ระเหย BTEX ในสถานีบริการน้ำมัน เพื่อทำให้เห็นการเคลื่อนที่และการกระจายตัวของสารอินทรีย์ระเหย BTEX ในสถานีบริการน้ำมัน โดยใช้โปรแกรม Land Development 2000i

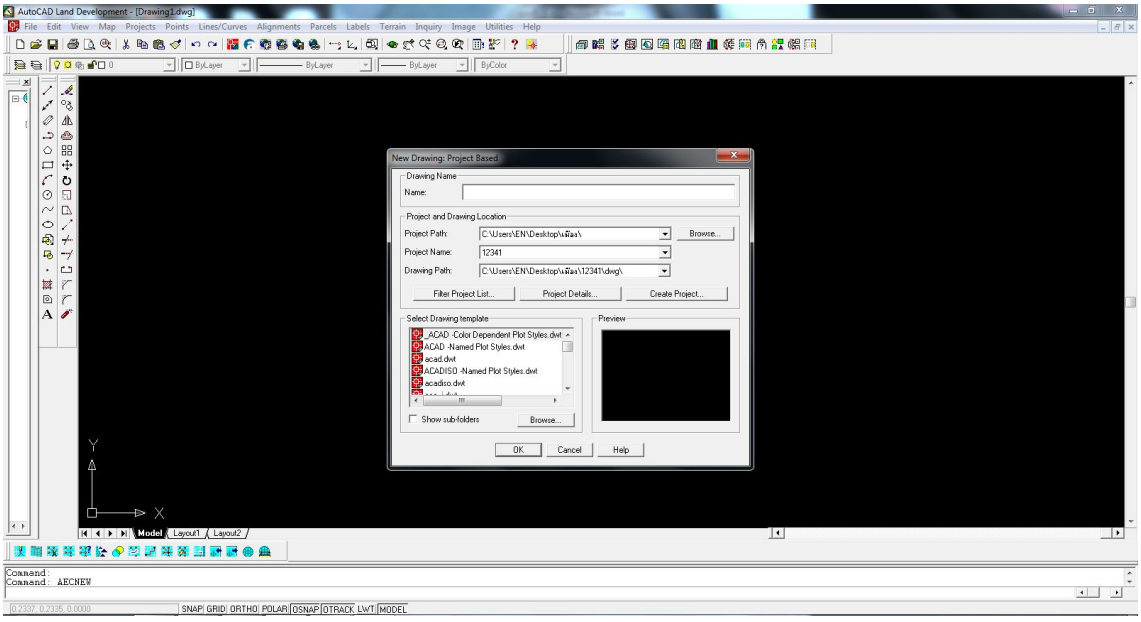
1. หน้าโปรแกรม Land Development 2000i
2. ขั้นตอนการสร้าง Project
3. การจัดรูปแบบข้อมูลความเข้มข้น โดยใช้โปรแกรม Notepad
4. การนำข้อมูล เข้าในโปรแกรม Land Development 2000i
5. เลือกไฟล์ข้อมูล เข้าโปรแกรม Land Development 2000i
6. จุดที่ทำการเก็บข้อมูลจาก โปรแกรม Notepad
7. ขั้นตอนการสร้างเส้นชั้นความสูง

Mahasarakham University

8. แสดงเส้นชั้นความสูง (Contours Line)
9. เส้นขอบเขตบริเวณสถานีบริการ
10. นำข้อมูลทั้ง 2 มาประกอบรวมกัน

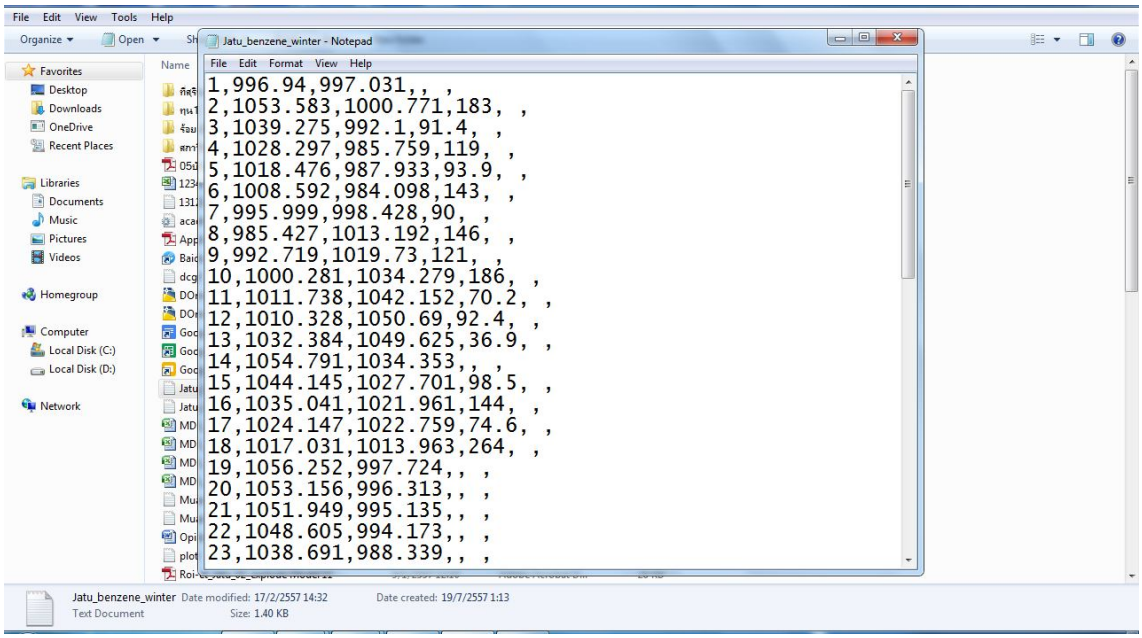


ภาพประกอบ 14 หน้าโปรแกรม Land Development 2000i

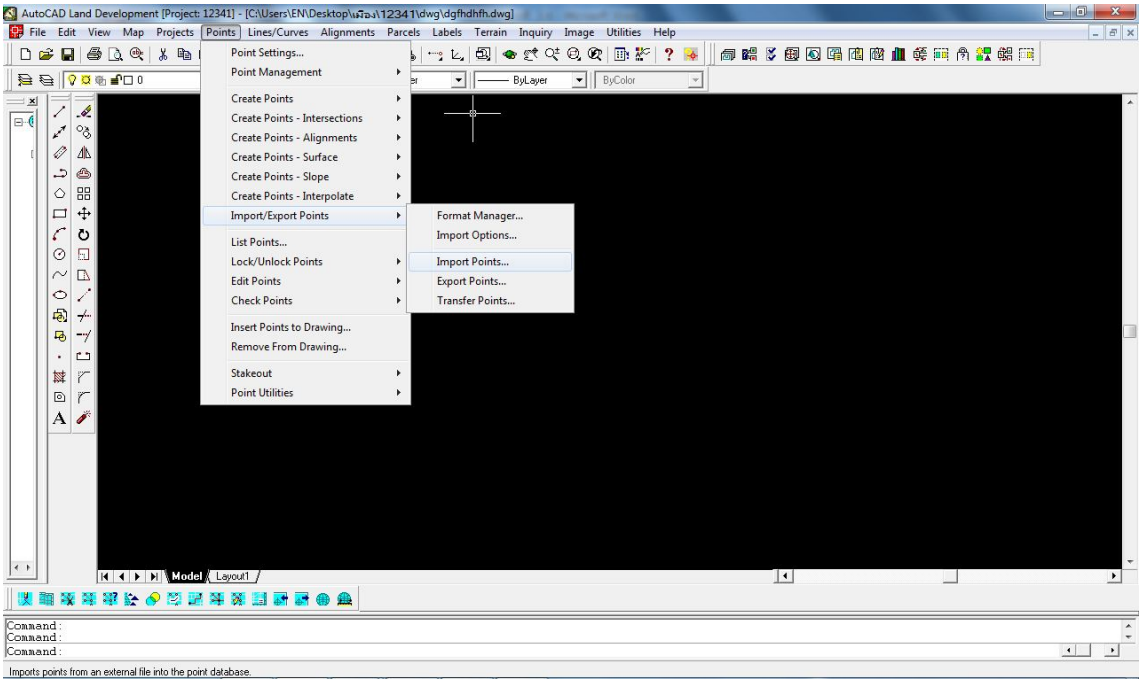


ภาพประกอบ 15 ขั้นตอนการสร้าง Project

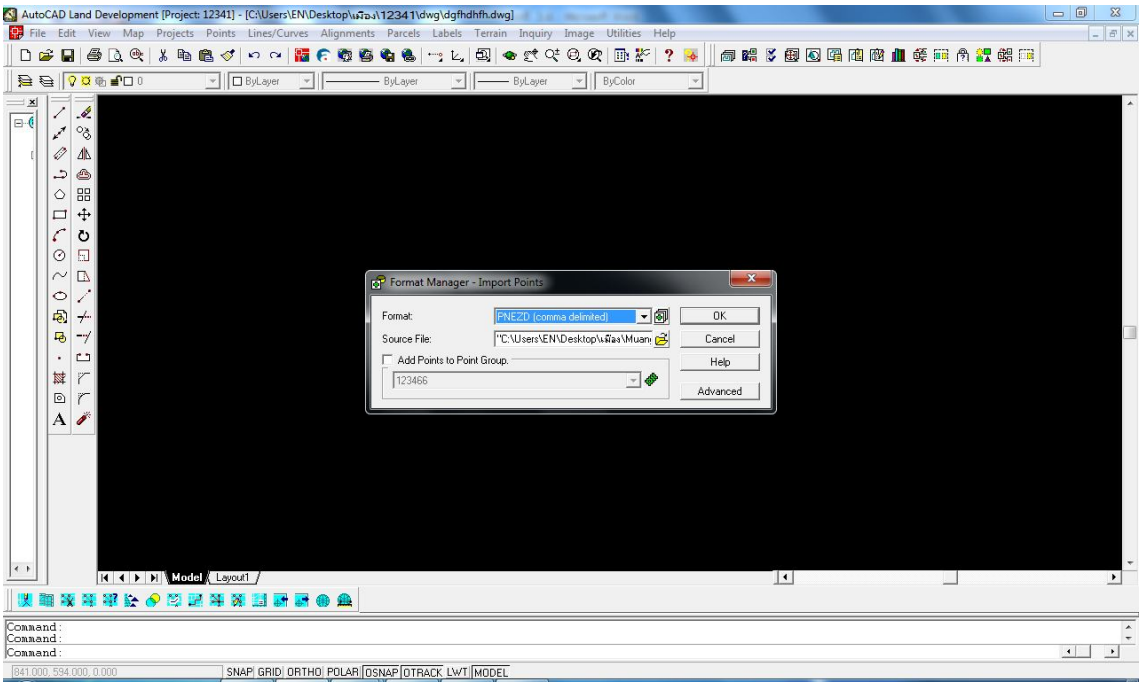
Mahasarakham University



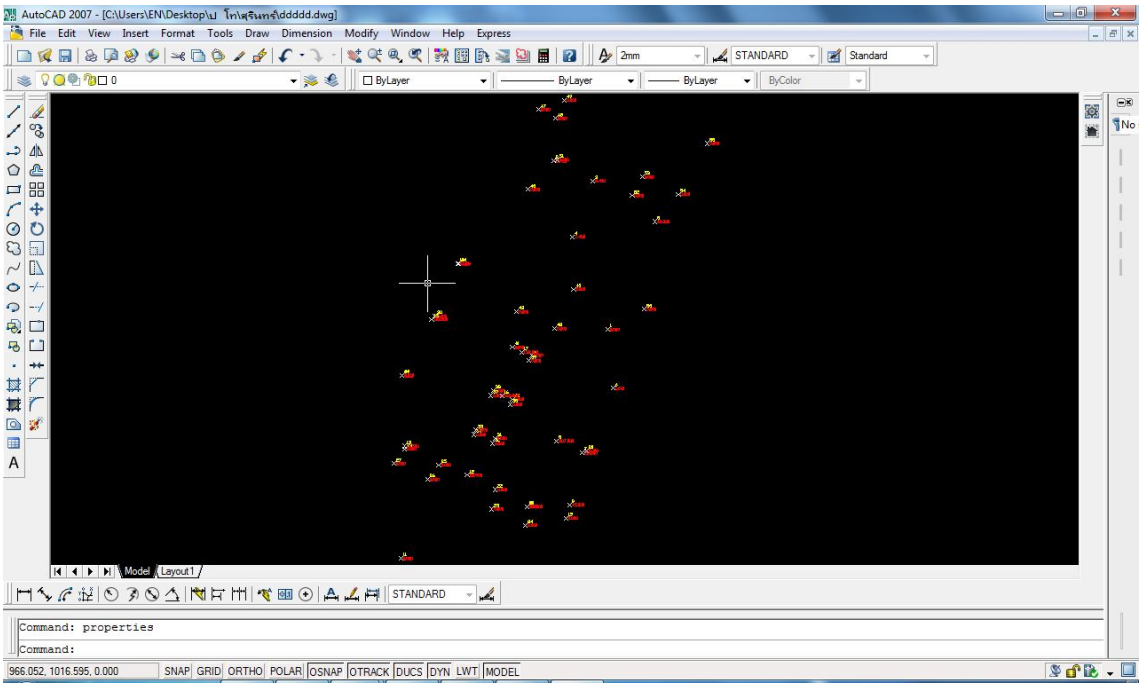
ภาพประกอบ 16 การจัดรูปแบบข้อมูลความเข้มข้น โดยใช้โปรแกรม Notepad



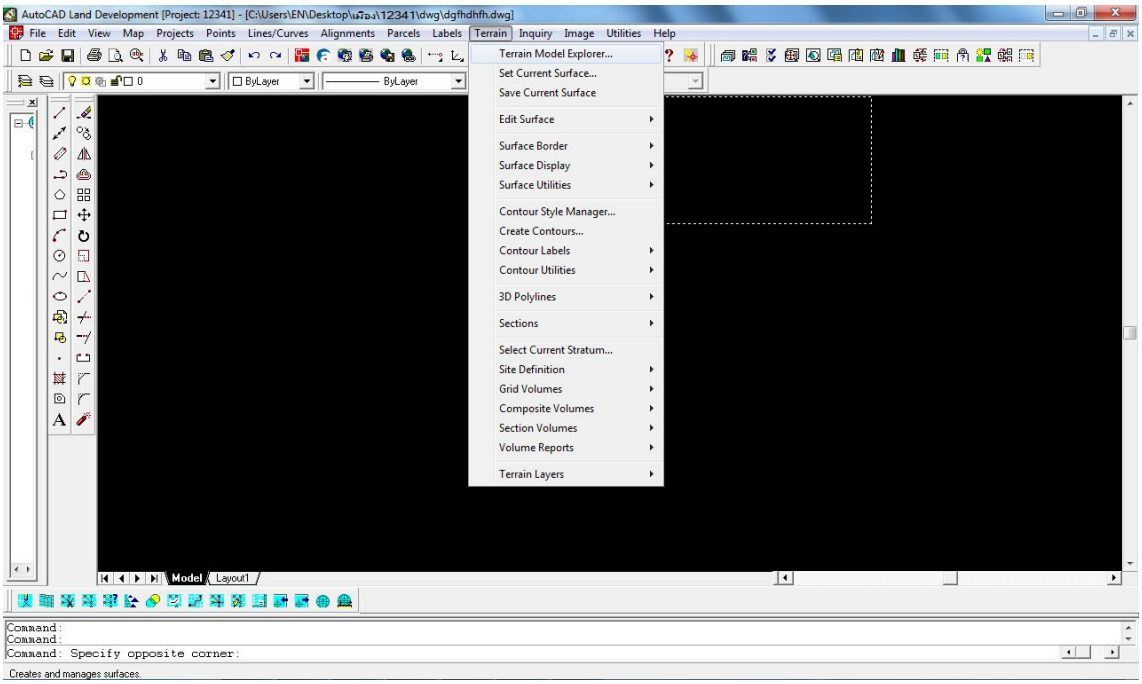
ภาพประกอบ 17 การนำข้อมูล เข้าในโปรแกรม Land Development 2000i



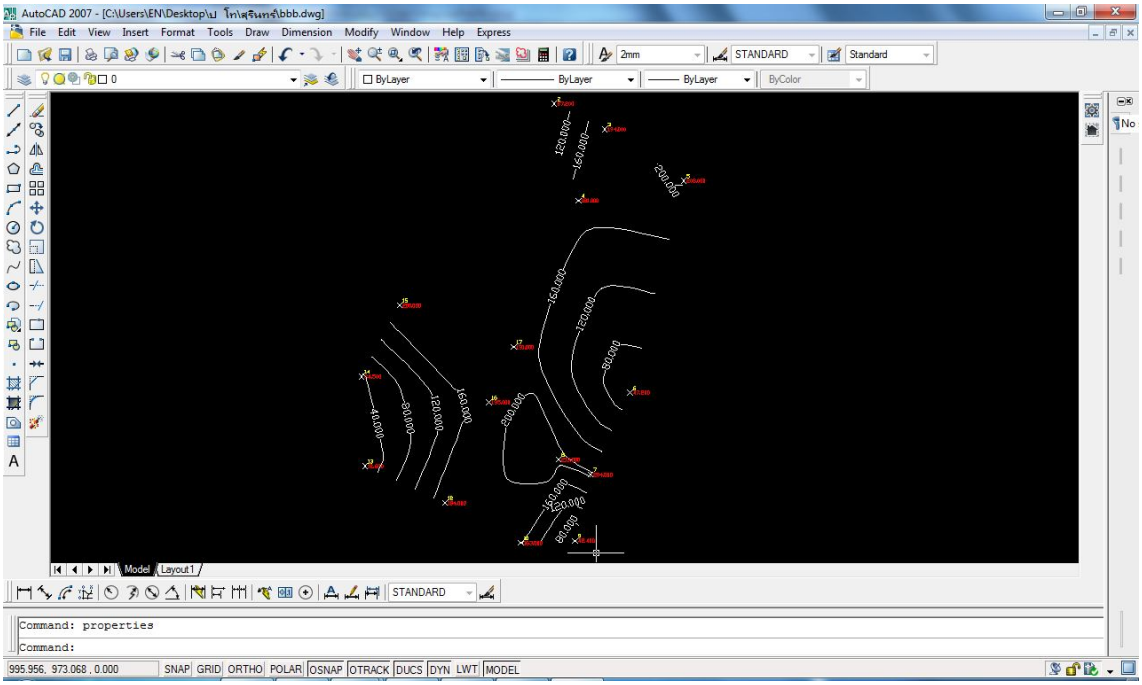
ภาพประกอบ 18 เลือกไฟล์ข้อมูลเข้าโปรแกรม Land Development 2000i



ภาพประกอบ 19 จุดที่ทำการเก็บข้อมูลจาก โปรแกรม Notepad

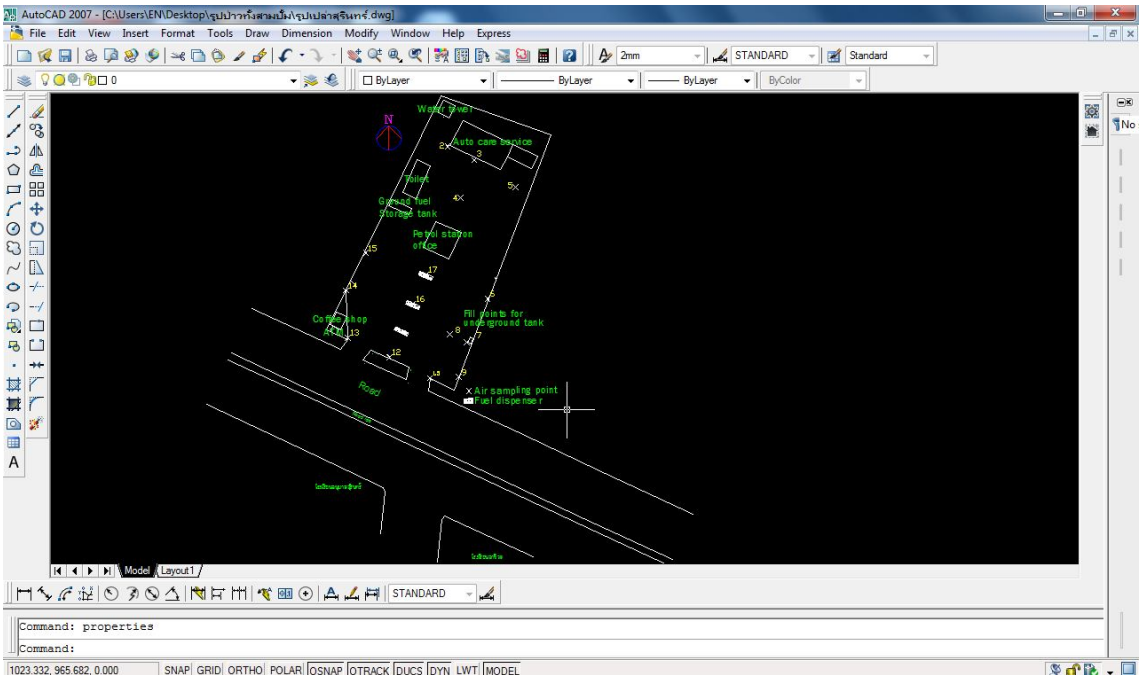


ภาพประกอบ 20 ขั้นตอนการสร้านเส้นชั้นความสูง (Create Contour Line)

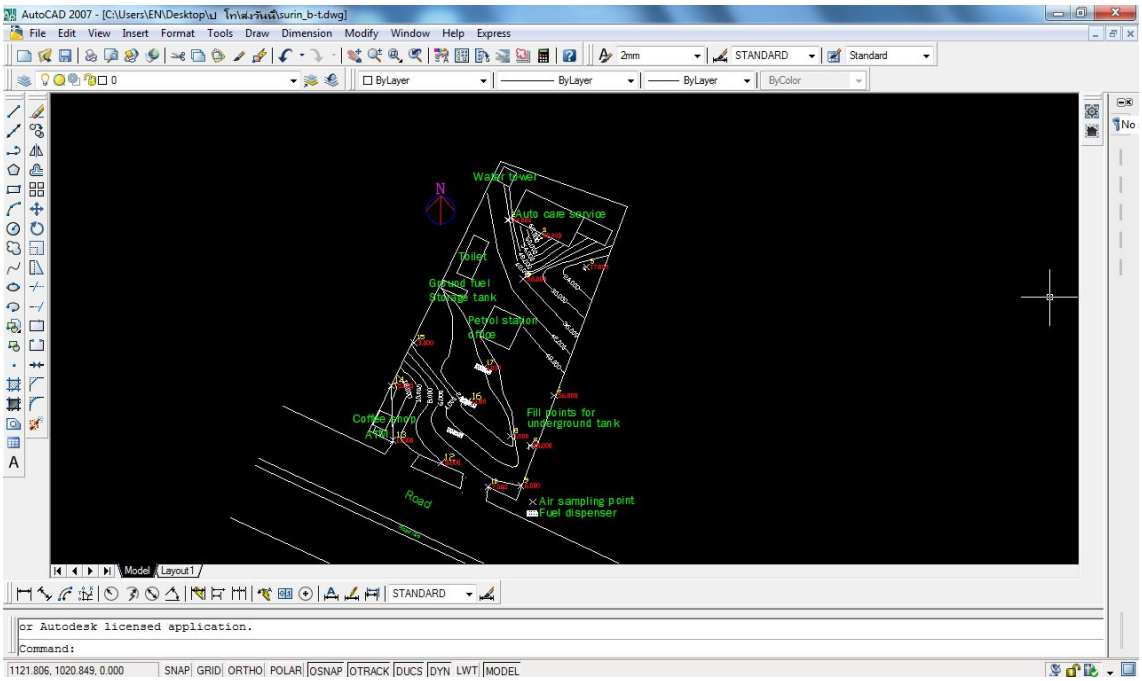


ภาพประกอบ 21 แสดงเส้นชั้นความสูง Contours Line

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 22 เส้นขอบเขตบริเวณสถานีบริการ



ภาพประกอบ 23 นำข้อมูลทั้ง 2 มาประกอบรวมกัน

3.2 การทดลองที่ 2 การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของพนักงาน

3.2.1 สถานีบริการน้ำมันที่ทำการศึกษา

การทดลองส่วนนี้ตรวจวัดความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหย BTEX ในสถานีบริการน้ำมันในจังหวัด สุรินทร์ จำนวน 4 สถานี ร้อยเอ็ด จำนวน 1 สถานี และ มหาสารคาม จำนวน 5 สถานี ทั้งหมด 10 สถานี โดยเก็บตัวอย่างระหว่างเวลา 09.00 – 17.00 น. เพื่อใช้ในการคำนวณความเสี่ยงทางสุขภาพที่พนักงานในสถานีบริการน้ำมันจะได้รับ

3.2.2 การเก็บตัวอย่างอากาศ และ การวิเคราะห์สารอินทรีย์ระเหย

มีวิธีการแบบเดียวกับการทดลองที่ 1

3.2.3 การประเมินการได้รับสารอินทรีย์ระเหยและความเสี่ยงทางสุขภาพของพนักงานในสถานีบริการน้ำมัน

การคำนวณปริมาณสารมลพิษที่ร่างกายได้รับ สามารถคำนวณได้ตามสมการที่ (2.1) และการคำนวณความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งในแต่วัน (Cancer Risk) สามารถคำนวณได้จากสมการ (2.2) ส่วนการวิเคราะห์ค่าความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสสารที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง (Non – Cancer Risk) สามารถคำนวณได้จากสมการ (2.3) ส่วนในกรณีที่ร่างกายได้รับสารมลพิษประเภทไม่ก่อมะเร็งมากกว่า 1 ชนิด โดยสมมติให้ระดับผลกระทบที่ร่างกายได้รับแปรตามผลรวมของการได้รับสารมลพิษแต่ละชนิด นำมาคำนวณดังสมการ (2.4) ข้อมูลที่ใช้ประกอบการคำนวณ และแหล่งที่มาของข้อมูล แสดงในตาราง 14

ตาราง 14 ข้อมูลที่ใช้ประกอบการคำนวณ และ แหล่งที่มาของข้อมูล

พารามิเตอร์	แหล่งที่มาของข้อมูล
ความเข้มข้น (C) (มก./ลบ.ม.)	ได้จากการเก็บตัวอย่างอากาศ
อัตราการหายใจ (IR) (ลบ.ม./ชม.)	US EPA [1] 1.45 ลบ.ม./ชม.
เวลาที่สัมผัสมลพิษในหนึ่งวัน (ET) (ชม./วัน)	แบบสอบถาม 9.65 ชม./วัน
ความถี่ที่สัมผัสมลพิษ (EF) (วัน/ปี)	แบบสอบถาม 269.4 วัน/ปี
ระยะเวลาที่สัมผัสมลพิษ (ED) (ปี)	แบบสอบถาม 2.8 ปี
น้ำหนักตัว (BW) (กก.)	แบบสอบถาม 68 กก.
เวลาเฉลี่ย (AT) วัน	US EPA [1] สำหรับสารก่อมะเร็ง 70 ปี ส่วนสารไม่ก่อมะเร็ง 30 ปี
Slope factor (มก./กก.-วัน)$^{-1}$	US EPA [2] 0.055 (มก./กก.-วัน)$^{-1}$ เฉพาะ Benzene
RfD (มก./กก.-วัน)	US EPA [2] 0.004, 0.08, 0.1, 0.2 มก./กก.-วัน สำหรับ BTEX

Mahasarakham University

3.2.4 การสำรวจอาการเจ็บป่วย และ การป้องกันตนเองของพนักงาน

1) กลุ่มตัวอย่างพนักงาน

ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลการทำงานของพนักงานในสถานีบริการน้ำมันทั้ง 10 สถานี ที่ทำการเก็บตัวอย่างอากาศ ดังตาราง 15 จำนวน 63 คน โดยใช้แบบสอบถาม

ตาราง 15 สถานีที่ทำการเก็บตัวอย่างแบบสอบถาม

สถานี	ที่ตั้งสถานี
#1[tt]	อ.เมือง จ สุรินทร์
#2	อ.นอกเมือง จ สุรินทร์
#3	อ.นอกเมือง จ สุรินทร์
#4	อ.เมือง จ สุรินทร์
#5[tt]	อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด
#6 [tt]	อ.จตุรพักตรพิมาน จ.ร้อยเอ็ด
#7	อ.เกษตรวิสัย จ.ร้อยเอ็ด
#8	อ.เชียงยืน จ.มหาสารคาม
#9	อ.เชียงยืน จ.มหาสารคาม
#10	อ.เชียงยืน จ.มหาสารคาม

*หมายเหตุ 1[tt] คือ สถานี C ที่ทำการเก็บตัวอย่างความเข้มข้น อ.เมือง จ สุรินทร์

5[tt] คือ สถานี A ที่ทำการเก็บตัวอย่างความเข้มข้น อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

6[tt] คือ สถานี B ที่ทำการเก็บตัวอย่างความเข้มข้น อ.จตุรพักตรพิมาน จ.ร้อยเอ็ด

2) แบบสอบถาม

แบบสอบถาม ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

ส่วนที่ 2 ข้อมูลในการทำงาน

ส่วนที่ 3 ปัญหาด้านสุขภาพ

รายละเอียดของแบบสอบถามแสดงในภาคผนวก จ

3) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบกับพนักงานในสถานีบริการน้ำมันที่จะได้รับสารอินทรีย์ระเหย โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการคำนวณ สถิติที่ใช้ได้แก่ ร้อยละ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

Mahasarakham University

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองที่ 1 การกระจายตัวของสารอินทรีย์ระเหยในสถานีบริการน้ำมัน

4.1.1 สภาพอากาศ และ วันที่เก็บตัวอย่างอากาศ

จากตาราง 16 ได้แสดงการเปรียบเทียบ สภาพอากาศ และ จำนวนรถที่ใช้บริการ ทั้ง 3 สถานี ในช่วงวันปกติ และ ช่วงเทศกาล สงกรานต์ และ ปีใหม่ โดยในช่วงฤดูร้อนพบว่ามีจำนวนรถที่ใช้บริการมากที่สุดประมาณ 1.9 เท่า ของฤดูหนาว และ 1.2 เท่าของฤดูฝน เมื่อทำการเปรียบเทียบ ช่วงปกติ กับ เทศกาล จะเห็นได้ว่าในช่วงเทศกาล จำนวนผู้ใช้บริการจะมีจำนวนมากกว่าในช่วงปกติประมาณ 2.1 เท่า

ค่าอุณหภูมิ และ ความชื้นสัมพัทธ์ ของทั้ง 3 ฤดู ในช่วงวันที่ทำการเก็บตัวอย่างฤดูฝนมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด อยู่ที่ 34℃ และ ความชื้นสัมพัทธ์ 59 % ที่ สถานี A ฤดูฝน และ สถานี C ฤดูฝน

ค่าความเร็วลม และ ทิศทางลมที่พัดเข้าสู่สถานีในแต่ละฤดู มีผลกระทบต่อการแพร่กระจายตัวของความเข้มข้นแต่ละฤดู ฤดูหนาว ลมจะพัดเข้าทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ฤดูร้อน ลมที่พัดเข้าสู่สถานีทุกทิศทาง ทำให้กระแสลมมีการปั่นป่วนในสถานี โดยทำให้ค่าความเข้มข้นแพร่กระจายตัวอยู่ในสถานี ฤดูฝน ลมพัดเข้าสถานีทางทิศใต้ของสถานี ในช่วงวันที่เก็บตัวอย่างค่าความเร็วลมสูงที่สุด อยู่ที่ 6 – 7 เมตร/วินาที

ตาราง 16 สภาพอากาศ และวันที่เก็บตัวอย่างอากาศ

สถานี	ฤดู	วันที่เก็บตัวอย่าง	จำนวนรถที่ใช้บริการ (คัน)	สภาพอากาศ		
				อุณหภูมิ (℃)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความเร็วลม (m / s)
A	ฤดูหนาว	12/11/2556	248	32 ± 1.6	53 ± 8	1.9 ± 0.3
B *	ฤดูหนาว	26/11/2556	348	54 ± 9	54 ± 9	2.0 ± 0.5
C	ฤดูหนาว	19/11/2556	293	30 ± 1.5	52 ± 6	4.3 ± 1.5
A	ฤดูร้อน	23/04/2557	546	36 ± 2.3	54 ± 9	2.0 ± 0.5
C	ฤดูร้อน	21/04/2557	629	35 ± 3.0	48 ± 7	4.0 ± 1.0
A	ฤดูฝน	04/07/2557	468	33 ± 1.3	60 ± 8	2.2 ± 0.8
C	ฤดูฝน	03/07/2557	500	30 ± 2.7	69 ± 8	6.3 ± 0.5
C [tt]	สงกรานต์	10/04/2557	1245	35 ± 2.0	46 ± 8	3.0 ± 1.0
C [tt]	ปีใหม่	01/01/2557	528	24 ± 4.3	50 ± 12	0.0 ± 0.0

หมายเหตุ * สถานี B เก็บตัวอย่างอากาศได้เฉพาะฤดูหนาว

[tt] สถานี C เก็บตัวอย่างอากาศ เพิ่มในช่วงเทศกาล สงกรานต์ และ ปีใหม่

Mahasarakham University

4.1.2 ความเข้มข้น

จากตาราง 17 แสดงความเข้มข้น BTEX จะเห็นว่าค่า Benzene อยู่ระหว่าง 14 – 1315 มค.ก./ลบ.ม. ซึ่งจะมีค่าสูงสุดที่สถานี A ฤดูร้อน พบวันที่เก็บตัวอย่าง มีการเติมน้ำมันลงถังใต้ดิน โดยใช้เวลาในการเติมลงประมาณ 1 ชั่วโมง ทำให้มีแหล่งกำเนิดไอระเหยน้ำมันเพิ่มขึ้นมาอีกหนึ่งจุด นอกจากไอระเหยจากการเติมน้ำมันให้รถที่ใช้บริการ ค่า Toluene อยู่ระหว่าง 17 – 197 มค.ก./ลบ.ม. มี ค่า Ethyl benzene อยู่ระหว่าง น้อยกว่า 0.020 – 12 มค.ก./ลบ.ม. ค่า m , p - Xylene อยู่ระหว่าง น้อยกว่า 0.009 – 72 มค.ก./ลบ.ม.

ทำการเปรียบเทียบ ค่า Benzene และ Toluene ทั้ง 3 ฤดู พบว่าค่า Benzene และ Toluene ในฤดูร้อน มีค่าสูงที่สุดจากทั้ง 3 ฤดู ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1243 มค.ก./ลบ.ม. และ 97.5 มค.ก./ลบ.ม. ตามลำดับ อาจเป็นเพราะ อุณหภูมิบรรยากาศที่สูง เฉลี่ย 32 – 34 ℃ และกระแสลมที่ปั่นป่วนภายในสถานี นอกจากนี้ ในวันที่ทำการเก็บตัวอย่างมีการเติมน้ำมันลงถังใต้ดิน ทำให้แหล่งกำเนิดไม่ได้มีเพียงแหล่งกำเนิดเดียว

ทำการเปรียบเทียบช่วงเทศกาล ระหว่าง สงกรานต์ กับ ปีใหม่ พบว่าค่าในช่วง สงกรานต์ มีค่า Benzene และ Toluene ค่าอยู่ที่ 1008 มค.ก./ลบ.ม. และ 197 มค.ก./ลบ.ม. ตามลำดับ มากกว่า ช่วงเทศกาล ปีใหม่ ถึง 1.5 เท่า เนื่องจาก ช่วงสงกรานต์ มีจำนวนผู้ใช้บริการ 1245 คัน มากกว่าช่วงเทศกาลปีใหม่ที่มีผู้ใช้บริการ 528 คัน

ทำการเปรียบเทียบช่วงเทศกาล กับ วันปกติ ระหว่าง สงกรานต์ และ วันปกติที่สถานี C ฤดูร้อน พบว่าค่า Benzene และ Toluene มีค่าใกล้เคียงกัน อาจเนื่องจากปัจจัยหลัก คือ อุณหภูมิบรรยากาศที่ ค่อนข้างสูง ถึงแม้จำนวนรถที่ใช้บริการในวันปกติมีน้อยกว่า 2 เท่า

ทำการเปรียบเทียบ สถานี A และ C ในช่วงฤดูหนาว กับ ฤดูฝน พบว่าในสถานี A น้อยกว่าสถานี C ทั้ง 2 ฤดู เนื่องจากในสถานี C มีแหล่งกำเนิดมลพิษมากกว่า 1 จุดจึงทำให้ค่าความเข้มข้นมากกว่าสถานี A

เห็นได้ว่าค่าความเข้มข้นในแต่ละสถานี มีค่าความเข้มข้นต่างกัน สาเหตุ อาจขึ้นอยู่กับสภาพอากาศของฤดูกาลในวันที่เก็บตัวอย่างอากาศ ลักษณะของสถานีบริการ และ จำนวนผู้ใช้บริการ

Mahasarakham University

ตาราง 17 ความเข้มข้น BTEX

สถานี	ฤดู	วันที่เก็บตัวอย่าง / จำนวนรถ	ความเข้มข้น (ug/m^3) *			
			Benzene	Toluene	Ethyl benzene	m , p - Xylene
A	ฤดูหนาว	12/11/2556 248	153 ± 70 (262 – 19)	20 ± 8.5 (6.6 – 32)	4.0 ± 1.8 (1.4 – 8.8)	5.0 ± 2.1 (1.2 – 8.4)
B	ฤดูหนาว	26/11/2556 348	122 ± 55 (186 – 263)	70 ± 108 (0.008 – 301)	4.0 ± 5.5 (0.45 – 17.31)	12 ± 20 (0.006 – 59)
C	ฤดูหนาว	19/11/2556 293	221 ± 82 (91 – 386)	56 ± 82 (1.6 – 307)	12 ± 20 (0.8 – 83)	18 ± 27 (0.006 – 93)
A	ฤดูร้อน	23/04/2557 546	1315 ± 260 (1101 – 1969)	72 ± 95 (12 – 371)	nd	nd
C	ฤดูร้อน	21/04/2557 629	1171 ± 383 (955 – 1875)	123 ± 200 (0.008 – 731)	0.001 ± 0.004 (0.0017)	0.001± 0.001 (0.006)
A	ฤดูฝน	04/07/2557 468	14 ± 15 (0.03 – 49)	11 ± 16 (0.008 – 59)	0.5 ± 1.3 (0.017 – 5)	0.9 ± 2.4 (0.006 – 9)
C	ฤดูฝน	03/07/2557 500	18 ± 20 (0.031 – 66)	69 ± 130 (2.8 – 473)	1.0 ± 3.2 (0.013 – 11.1)	72 ± 53 (0.006 – 120)
C [tt]	สงกรานต์	10/04/2557 1245	1008 ± 296 (953 – 1534)	197 ± 335 (0.008 – 1148)	0.002 ± 0.004 (0.0017)	0.002 ± 0.001 (0.006)
C [tt]	ปีใหม่	01/01/2557 528	150 ± 79 (12.6 – 284)	17 ± 31 (0.008 – 112)	2.3 ± 3.7 (0.0017 – 10.5)	2.7 ± 4.5 (0.006 – 19)

หมายเหตุ * ค่าความเข้มข้น แสดงเป็น ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค่าในวงเล็บ หมายถึง (ค่าต่ำสุด – ค่าสูงสุด)

nd คือ ต่ำกว่าค่าต่ำสุดที่วัดได้

[tt] สถานี C เก็บตัวอย่างอากาศ เพิ่มในช่วงเทศกาล สงกรานต์ และ ปีใหม่

การเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นที่ตำแหน่งหัวจ่าย ของสถานี A และ C ทั้ง 3 ฤดู เห็นได้ว่าในฤดูร้อนของทั้ง 2 สถานีมีค่าความเข้มข้นสูงสุด โดยสูงกว่าฤดูอื่นมากกว่า 10 เท่า ส่วนความเข้มข้นในฤดูหนาวของทั้ง 2 สถานีมีค่ามากกว่า ฤดูฝน เพราะก่อนวันเก็บตัวอย่างมีฝนตกลงมาทำให้เกิดการชะล้างของสถานี ทำให้ค่าในช่วงฤดูฝนมีค่าความเข้มข้นต่ำ ส่วนในฤดูหนาวที่มีค่าความเข้มข้นสูงเนื่องจากในวันที่ทำการเก็บตัวอย่างมีรถมาจอดทางด้านหลังของสถานีทำให้ไอเสียจากรถยนต์อาจเพิ่มความเข้มข้นมลพิษในอากาศ

Mahasarakham University

4.1.3 การกระจายความเข้มข้นสารอินทรีย์ระเหยเชิงพื้นที่

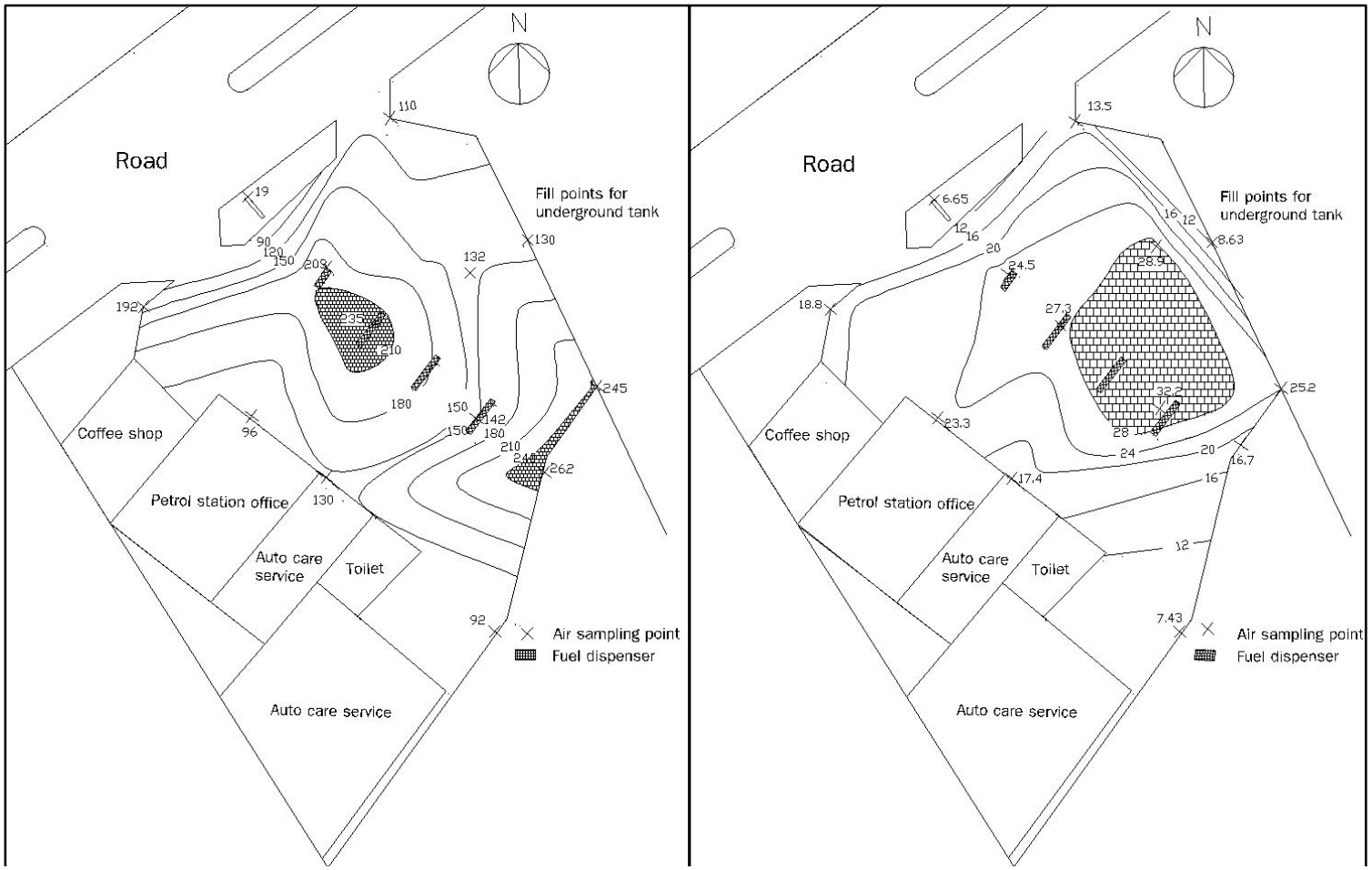
4.1.3.1 ฤดูหนาว

ภาพประกอบ 24-32 ได้แสดงภาพการกระจายความเข้มข้นสารอินทรีย์ระเหยของทั้ง 3 สถานี โดยจะแสดงเฉพาะสารอินทรีย์ระเหย 2 ชนิด คือ Benzene และ Toluene ซึ่งเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 8 ชั่วโมง และทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 ฤดู

ภาพประกอบ 24 แสดงการแพร่กระจายตัวของ Benzene และ Toluene ของสถานี A ฤดูหนาว ได้ตรวจพบค่าความเข้มข้นสูงสุดของ Benzene บริเวณส่วนหลังของสถานี 262 มค.ก./ลบ.ม. และ ค่าสูงที่สุด Toluene ที่ตำแหน่งหัวจ่ายด้านหลังของสถานี 32.2 มค.ก./ลบ.ม. ซึ่งทั้ง 2 จุดนี้อยู่บริเวณใกล้เคียงกัน

ตัวแปรที่มีผลต่อการแพร่กระจายความเข้มข้นในสถานี A ฤดูหนาว คือ ความเร็วลม 1 – 2 m / s ที่พัดมาทิศตะวันออกเฉียงเหนือทำให้การแพร่กระจายความเข้มข้นไปทางด้านหลังสถานี ทำให้ค่า Benzene และ Toluene สูง เมื่อเทียบกับตำแหน่งหัวจ่าย นอกจากนั้นในวันที่ทำการเก็บตัวอย่างมีรถมาจอดทางด้านหลังของสถานีไอเสียจากรถยนต์อาจเพิ่มความเข้มข้นมลพิษในอากาศ ทิศการกระจายตัวอาจส่งผลกระทบโดยตรงกับพนักงาน ส่วน ผู้ใช้บริการที่มีการทำกิจกรรม เช่น นั่งกินกาแฟ รับประทานอาหาร ในบริเวณสถานีอาจจะมี โอกาส ได้รับความเข้มข้นระดับสูงที่ตำแหน่งหน้าร้านกาแฟ มีค่า Benzene 192 มค.ก./ลบ.ม.

Mahasarakham University



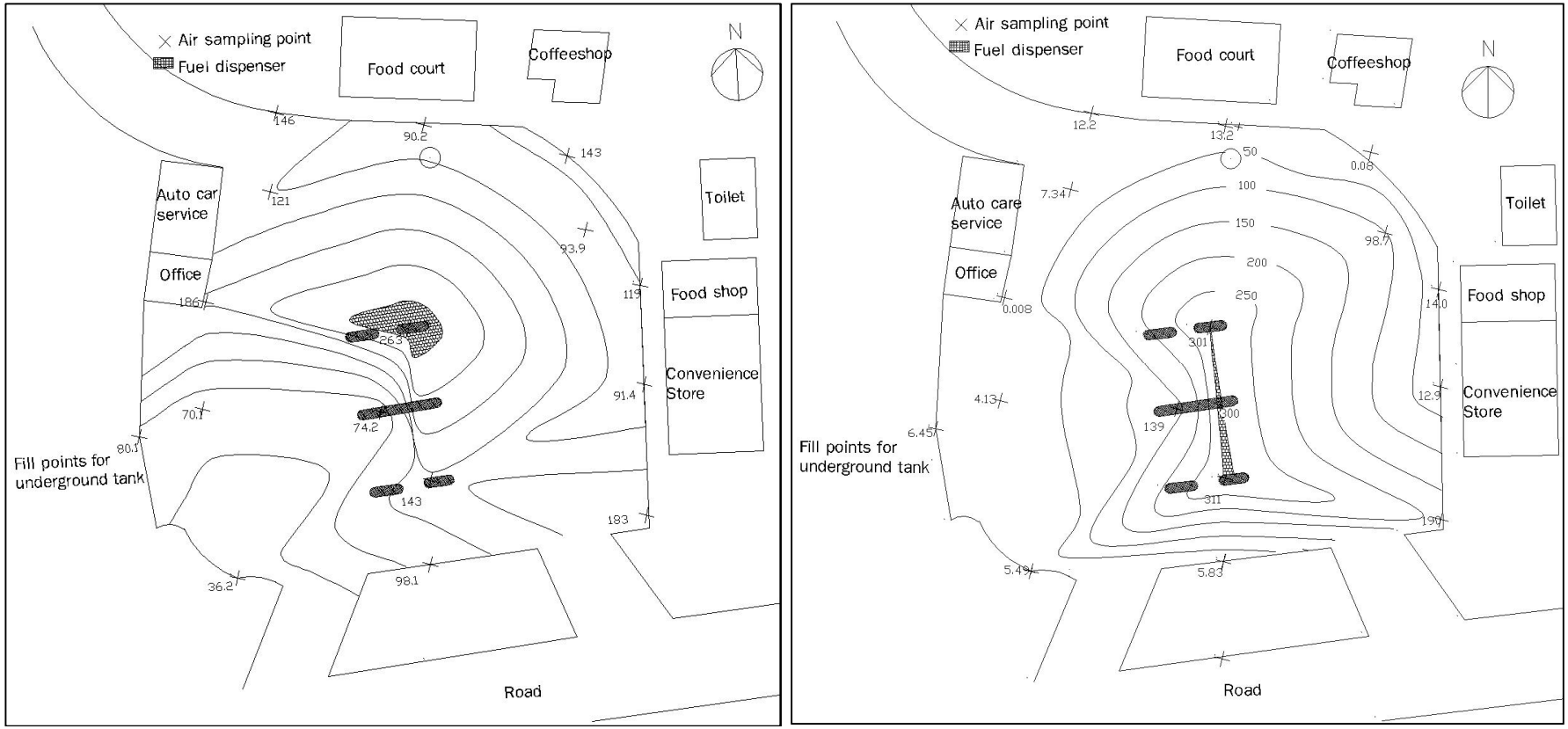
ภาพประกอบ 24 ค่า Benzene และ Toluene ฤดูหนาว ของสถานี A

Mahasarakham University

ภาพประกอบ 25 แสดงการแพร่กระจายตัวของ Benzene และ Toluene ของสถานี B ฤดูหนาว ได้ตรวจพบค่าความเข้มข้นสูงสุดของ Benzene และ Toluene ที่ตำแหน่งหัวจ่ายของสถานี ซึ่งทั้ง 2 ค่าอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน มีค่า 263 มค.ก./ลบ.ม.และ 301 มค.ก./ลบ.ม. ตามลำดับ

ตัวแปรที่มีผลต่อการแพร่กระจายความเข้มข้นในสถานี B ฤดูหนาว คือ ความเร็วลม 1 – 2 m / s ที่พัดมาทิศตะวันออกเฉียงเหนือทำให้ ความเข้มข้นมลพิษทางขอบด้านตะวันตกมีค่าค่อนข้างสูง การแพร่กระจายความเข้มข้นจากตำแหน่งหัวจ่ายที่มีความเข้มข้นมากไปยังความเข้มข้นน้อย ทำให้ค่า Benzene และ Toluene บริเวณขอบของสถานีต่ำลง เมื่อเทียบกับตำแหน่งหัวจ่าย ทิศการกระจายตัวอาจส่งผลกระทบโดยตรงกับพนักงาน ส่วน ผู้ใช้บริการที่มีการทำกิจกรรม เช่น นั่งกินกาแฟ รับประทานอาหาร ในบริเวณสถานีอาจจะมี โอกาส ได้รับความเข้มข้นระดับสูงที่ตำแหน่งหน้าร้านกาแฟ มีค่า Benzene 143 มค.ก./ลบ.ม. และ ร้านสะดวกซื้อ 119 มค.ก./ลบ.ม.

Mahasarakham University



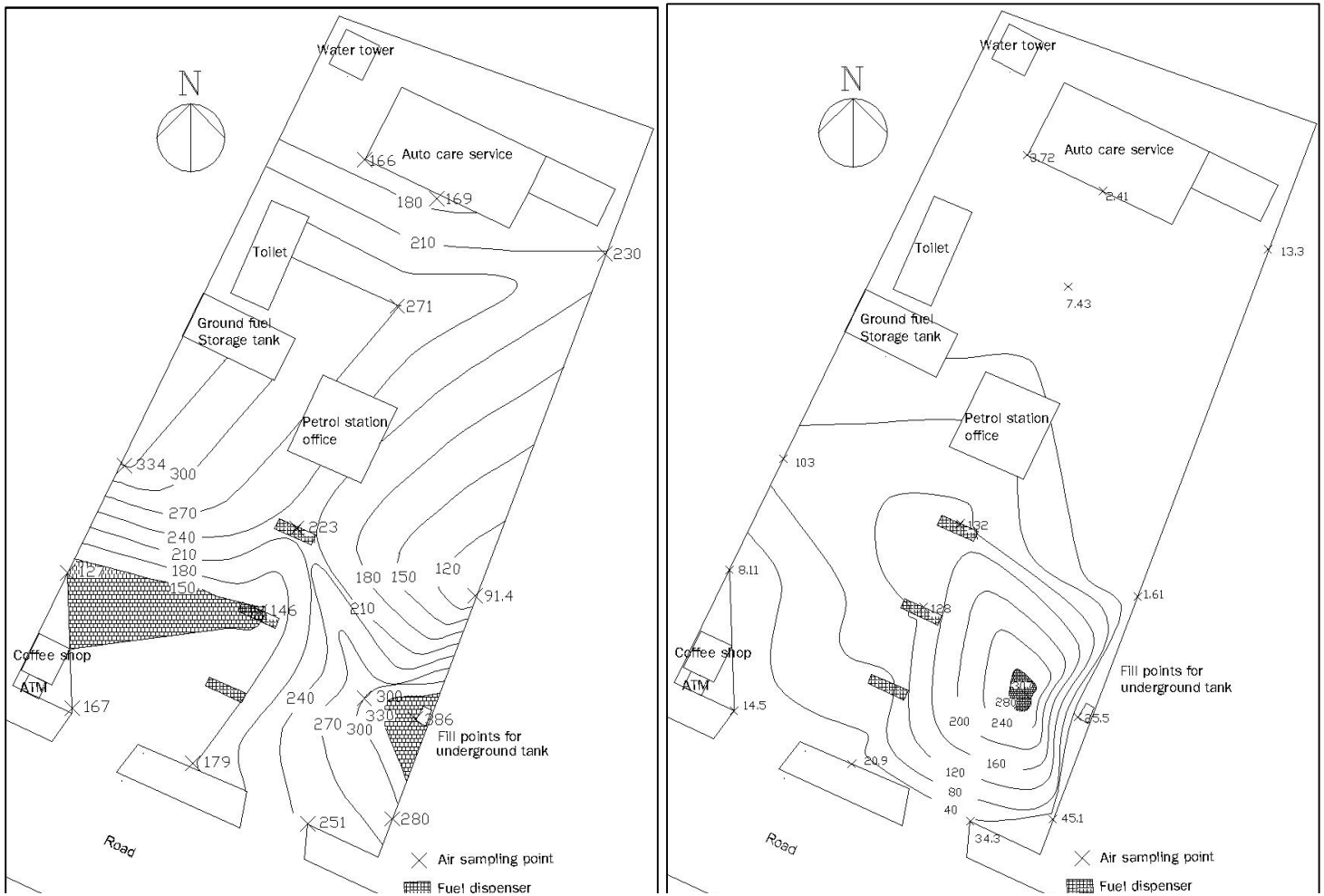
ภาพประกอบ 25 ค่า Benzene และค่า Toluene ฤดูหนาว ของสถานี B

Mahasarakham University

ภาพประกอบ 26 แสดงการแพร่กระจายตัวของ Benzene และ Toluene ของสถานี C ฤดูหนาว ได้ตรวจพบค่าความเข้มข้นสูงสุดของ Benzene บริเวณจุดลงน้ำมัน 386 มค.ก./ลบ.ม. และค่าสูงที่สุด Toluene ที่ตำแหน่งด้านหน้าจุดลงน้ำมัน 307 มค.ก./ลบ.ม. ซึ่งทั้ง 2 จุดนี้อยู่บริเวณใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยังพบความเข้มข้น Benzene ค่อนข้างสูงบริเวณเยื้องไปทางถังเก็บน้ำมันบนดินใกล้ห้องน้ำ และ ด้านหน้าร้านล้างอัดฉีด เนื่องจาก น้ำยาที่ใช้ในการทำความสะอาด มีส่วนผสมของน้ำมัน

เนื่องจากสถานี C มีตึกสูง 2 – 3 ชั้น อยู่บริเวณโดยรอบของสถานี ซึ่งทำให้เป็นตัวกั้นลมที่พัดมาทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้ค่า Benzene และ Toluene ค่อนข้างสูงทั่วทั้งสถานี ส่งผลกระทบโดยตรงกับพนักงาน ส่วน ผู้ใช้บริการที่มีการทำกิจกรรม เช่น นั่งกินกาแฟ รับประทานอาหาร ในบริเวณสถานีอาจจะมี โอกาส ได้รับความเข้มข้นระดับสูง ที่หน้าร้านกาแฟ มีค่า Benzene 167 มค.ก./ลบ.ม. เช่นเดียวกัน

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 26 ค่า Benzene และ ค่า Toluene ฤดูหนาว ของสถานี C

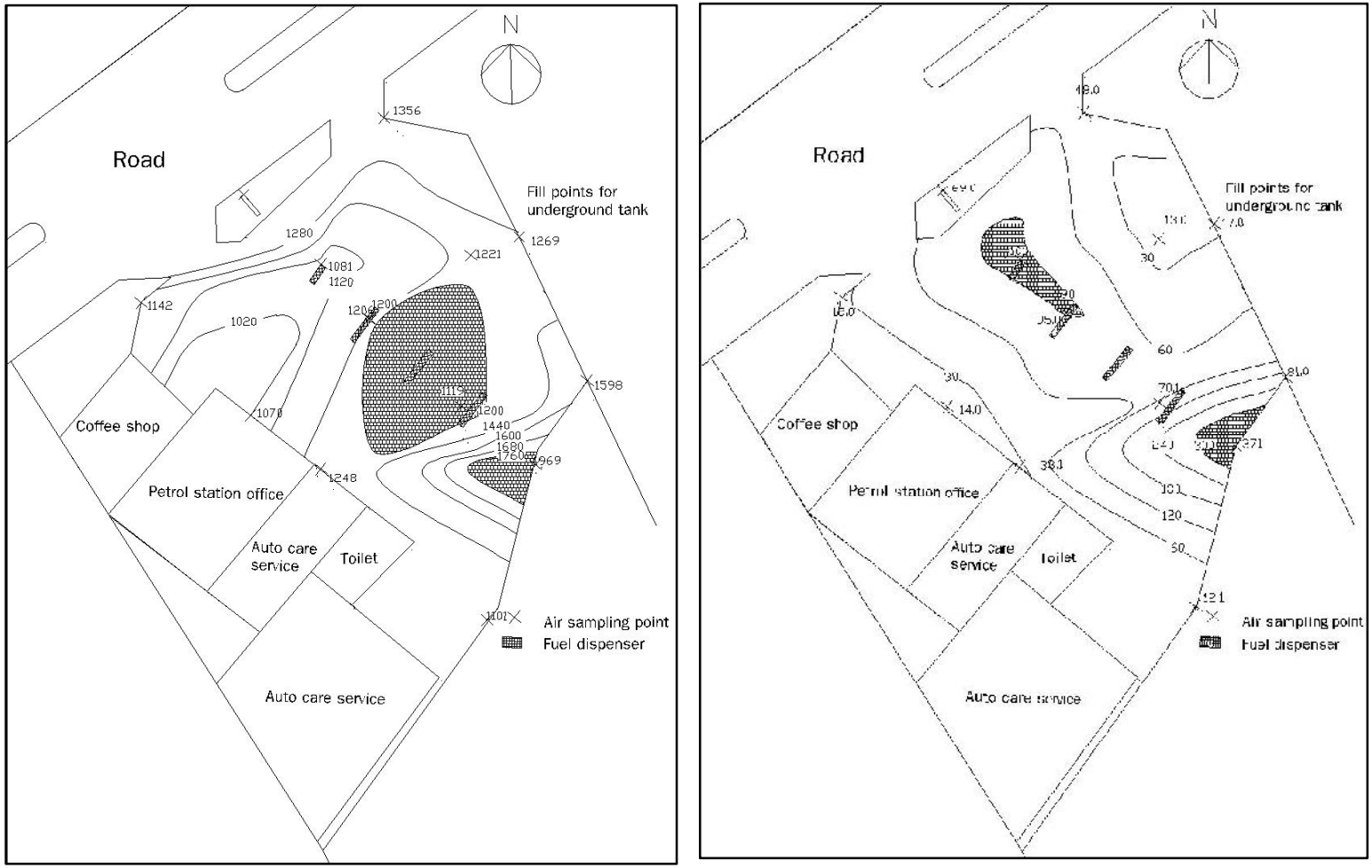
Mahasarakham University

4.1.3.2 ฤดูร้อน

ภาพประกอบ 27 แสดงการแพร่กระจายตัวของ Benzene และ Toluene ของสถานี A ฤดูร้อน ได้ตรวจพบค่าความเข้มข้นสูงสุดของ Benzene และ Toluene ที่ตำแหน่งด้านหลังของสถานีซึ่งทั้ง 2 ค่านี้อยู่ที่ตำแหน่งเดียวกันมีค่า 1969 และ 371 มค.ก./ลบ.ม. ตามลำดับ ทิศทางการกระจายตัวของเส้นความเข้มข้นมีค่าความเข้มข้นสูงตัวทั่วทั้งสถานี และ มีค่าความเข้มข้นจะมีค่ามากที่บริเวณด้านหลังของสถานี

ลมในฤดูร้อน มีความเร็วลม 3 – 5 m/s มีลักษณะพัดเข้ามาในทุกทิศทางทำให้การแพร่กระจายความเข้มข้นมีค่ามากเป็นไปทั่วทั้งสถานี ประกอบกับอุณหภูมิอากาศ ที่ค่อนข้างสูง 31 ± 3.5 ℃ ทิศการกระจายตัวอาจส่งผลกระทบโดยตรงกับพนักงาน ส่วน ผู้ใช้บริการที่มีการทำกิจกรรม เช่น นั่งกินกาแฟ รับประทานอาหาร ในบริเวณสถานีอาจจะมี โอกาส ได้รับความเข้มข้นระดับสูง ที่หน้าร้านกาแฟ มีค่า Benzene 1142 มค.ก./ลบ.ม. และ หน้าศูนย์ซ่อม 1248 มค.ก./ลบ.ม.

Mahasarakham University



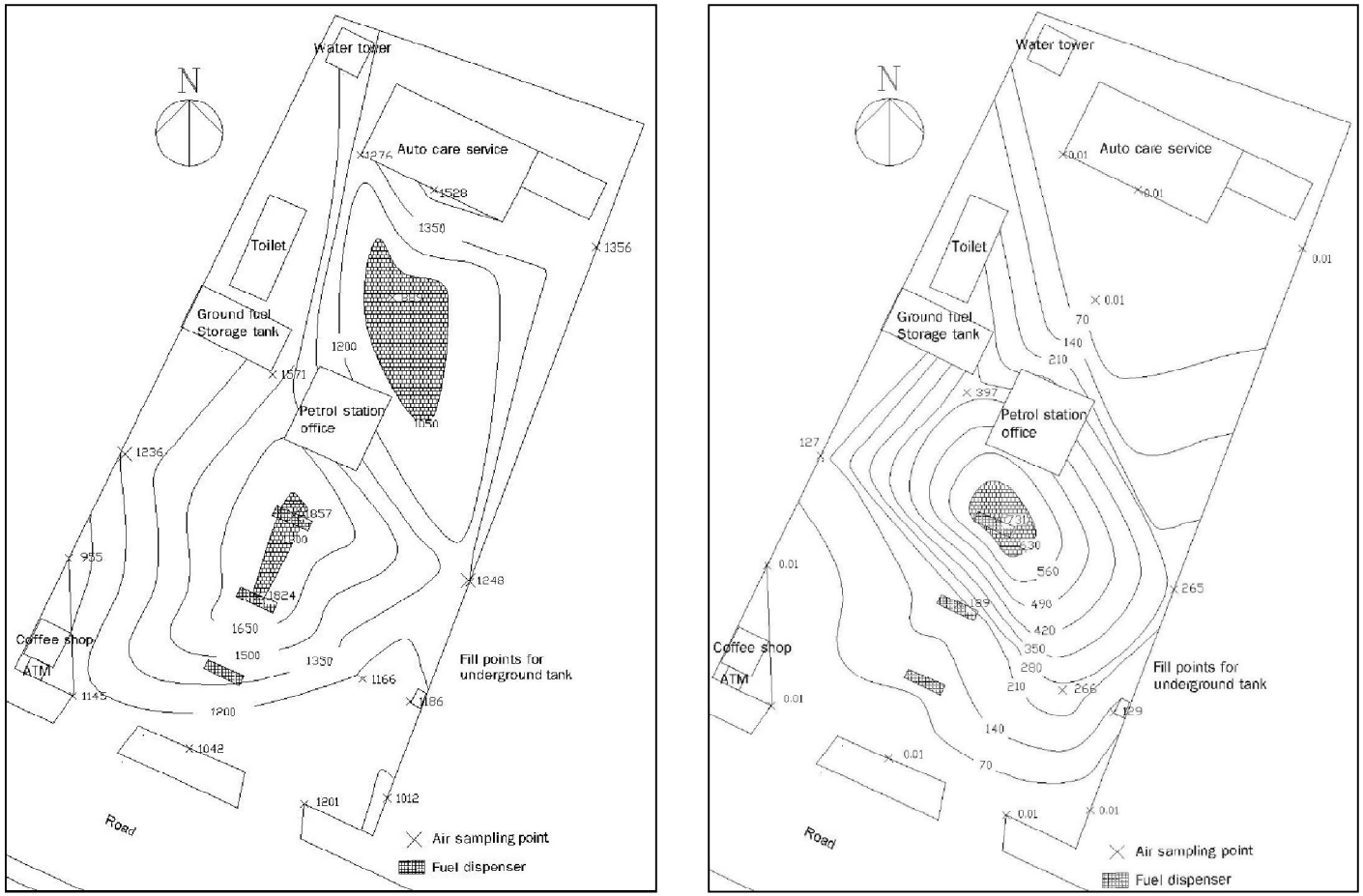
ภาพประกอบ 27 ค่า Benzene และค่า Toluene ฤดูร้อน ของสถานี A

Mahasarakham University

ภาพประกอบ 28 แสดงการแพร่กระจายตัวของ Benzene และ Toluene ของสถานี C ฤดูร้อน ได้ตรวจพบค่าความเข้มข้นสูงสุดของ Benzene และ Toluene ที่ตำแหน่งหัวจ่ายของทั้ง 2 สถานี ค่าอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน คือ 1875 มค.ก./ลบ.ม.และ 731 มค.ก./ลบ.ม. ตามลำดับ

และยังพบค่า Benzene และ Toluene สูงที่บริเวณถังเก็บน้ำมันบนดินใกล้กับห้องน้ำ และ บริเวณด้านหน้าร้านอัดฉีด ทิศการกระจายตัวอาจส่งผลกระทบโดยตรงกับพนักงาน ส่วนผู้ใช้บริการที่มีการทำกิจกรรม เช่น นั่งกินกาแฟ รับประทานอาหาร ในบริเวณสถานีอาจจะมี โอกาสได้รับความเข้มข้นระดับสูง ที่หน้าร้านล้างรถ มีค่า Benzene 1528 มค.ก./ลบ.ม. และ ร้านกาแฟ มีค่า 1145 มค.ก./ลบ.ม.

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 28 ค่า Benzene และค่า Toluene ฤดูร้อน ของสถานี C

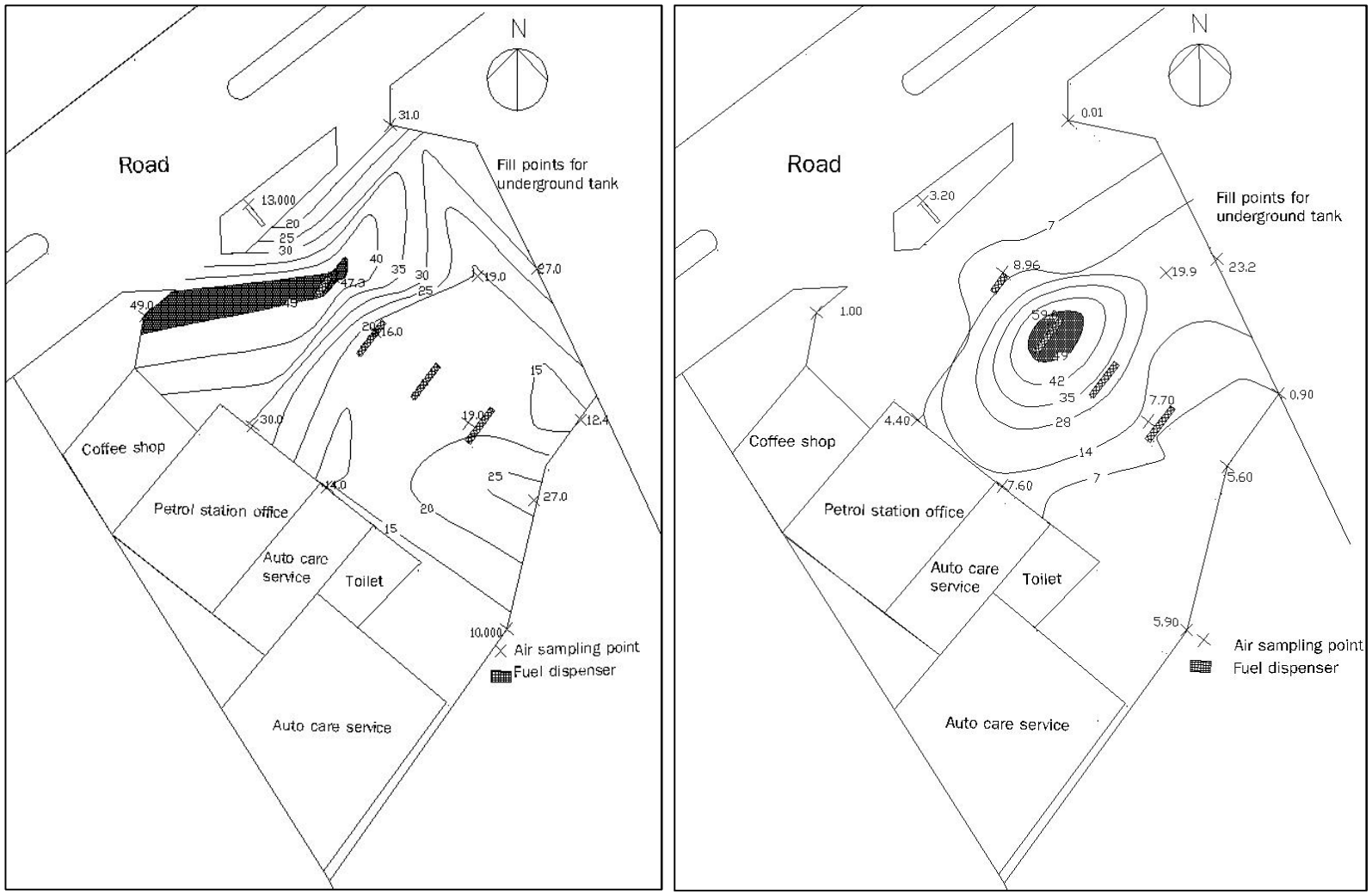
Mahasarakham University

4.1.3.3 ฤดูฝน

ภาพประกอบ 29 แสดงการแพร่กระจายตัวของ Benzene และ Toluene ของสถานี A ฤดูฝน ได้ตรวจพบค่าความเข้มข้นสูงสุดของ Benzene ที่ตำแหน่งด้านหน้าร้านกาแฟ 49 มค.ก./ลบ.ม. เนื่องจากท่อระบายน้ำที่มาจากร้านล้างอัดฉีด ที่ใช้น้ำยาที่มีการผสมน้ำมันเป็นตัวทำความสะอาด ส่วนค่าสูงสุดของ Toluene ที่ตำแหน่งหัวจ่ายของสถานี 59 มค.ก./ลบ.ม.

ตัวแปรที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของความเข้มข้นในสถานี A ฤดูฝน คือ ความเร็วลม 3 – 4 m / s ที่พัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ทำให้มีการแพร่กระจายตัวของ Benzene มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อเทียบกับ ตำแหน่งหัวจ่าย ทิศการกระจายตัวอาจส่งผลกระทบโดยตรงกับพนักงาน ส่วนผู้ใช้บริการที่มีการทำกิจกรรม เช่น นั่งกินกาแฟ รับประทานอาหาร ในบริเวณสถานีอาจจะมี โอกาส ได้รับความเข้มข้นระดับสูง ที่หน้าร้านกาแฟ มีค่า Benzene 49 มค.ก./ลบ.ม. และ หน้าสำนักงาน มีค่า 30 มค.ก./ลบ.ม.

Mahasarakham University



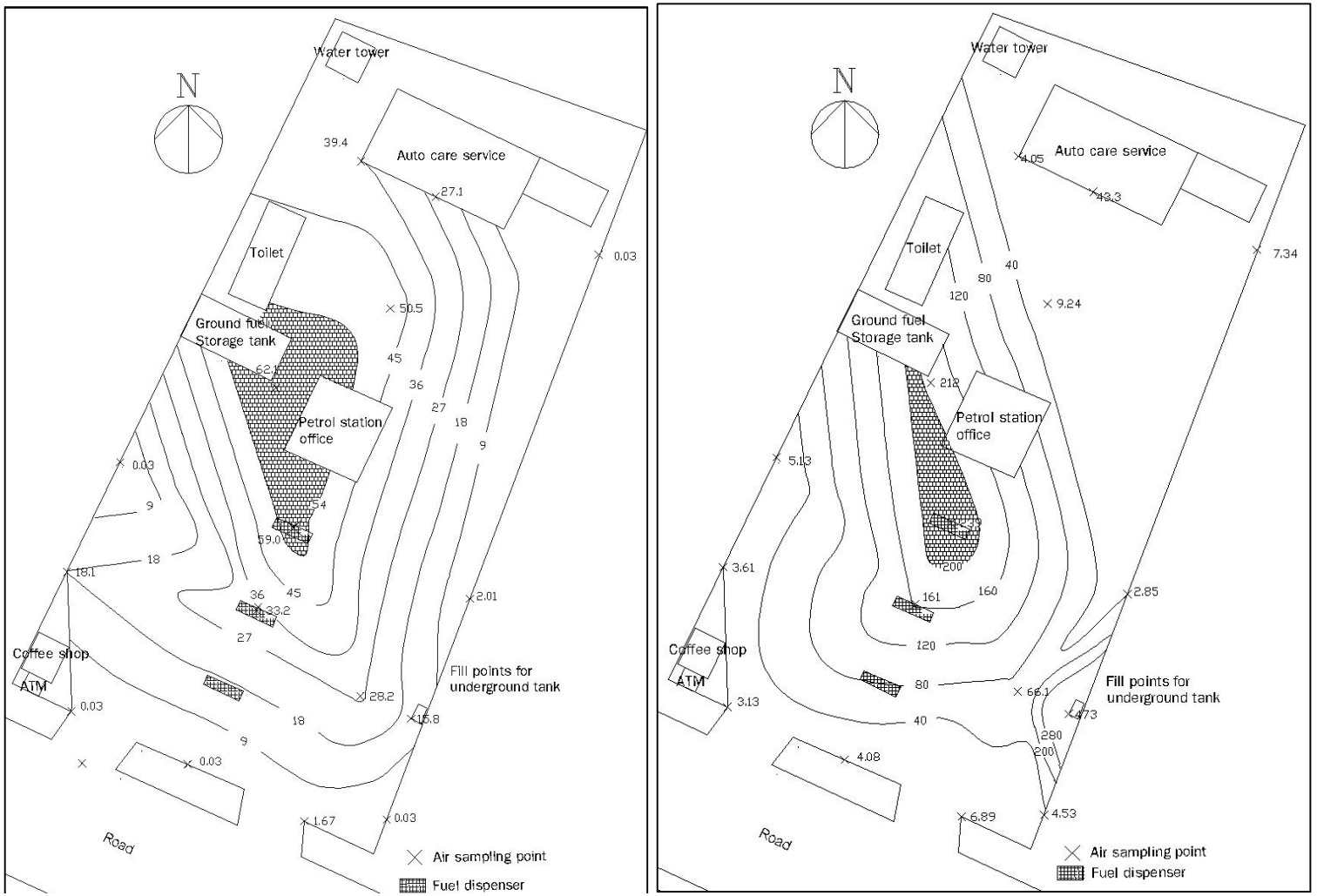
ภาพประกอบ 29 ค่า Benzene และค่า Toluene ฤดูฝน ของสถานี A

Mahasarakham University

ภาพประกอบ 30 แสดงการแพร่กระจายตัวของ Benzene และ Toluene ของสถานี C ฤดูฝน ได้ตรวจพบค่าความเข้มข้นสูงสุดของ Benzene ที่ตำแหน่งถังเก็บน้ำมันบนดินของสถานี มีค่า 62 มค.ก./ลบ.ม. และ Toluene ตรวจพบค่าความเข้มข้นที่ตำแหน่งจุดลงน้ำมันถังใต้ดิน มีค่าสูงสุด 473 มค.ก./ลบ.ม. และ ที่บริเวณถังเก็บน้ำมันบนดิน 62.1 มค.ก/ลบ.ม.

สถานี C ฤดูฝน มีค่า ความเร็วลม 3 – 4 m / s พัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ทำให้มีการแพร่กระจายตัวของ Benzene ที่บริเวณด้านหน้าถังน้ำมันบนดินยังมีค่ามาก เมื่อเทียบกับตำแหน่งหัวจ่าย และ Toluene มีค่าการแพร่กระจายตัวออกไปมีค่าน้อย เมื่อเทียบกับตำแหน่งจุดลงน้ำมันใต้ดิน ทิศการกระจายตัวอาจส่งผลกระทบโดยตรงกับพนักงาน ส่วนผู้ใช้บริการที่มีการทำกิจกรรม เช่น นั่งกินกาแฟ รับประทานอาหาร ในบริเวณสถานีอาจจะมี โอกาส ได้รับความเข้มข้นระดับสูง ที่หน้าห้องน้ำ มีค่า Benzene 62 มค.ก/ลบ.ม. และ ร้านล้างอัดฉีด มีค่า 39 มค.ก/ลบ.ม.

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 30 ค่า Benzene และค่า Toluene ฤดูฝน ของสถานี C

Mahasarakham University

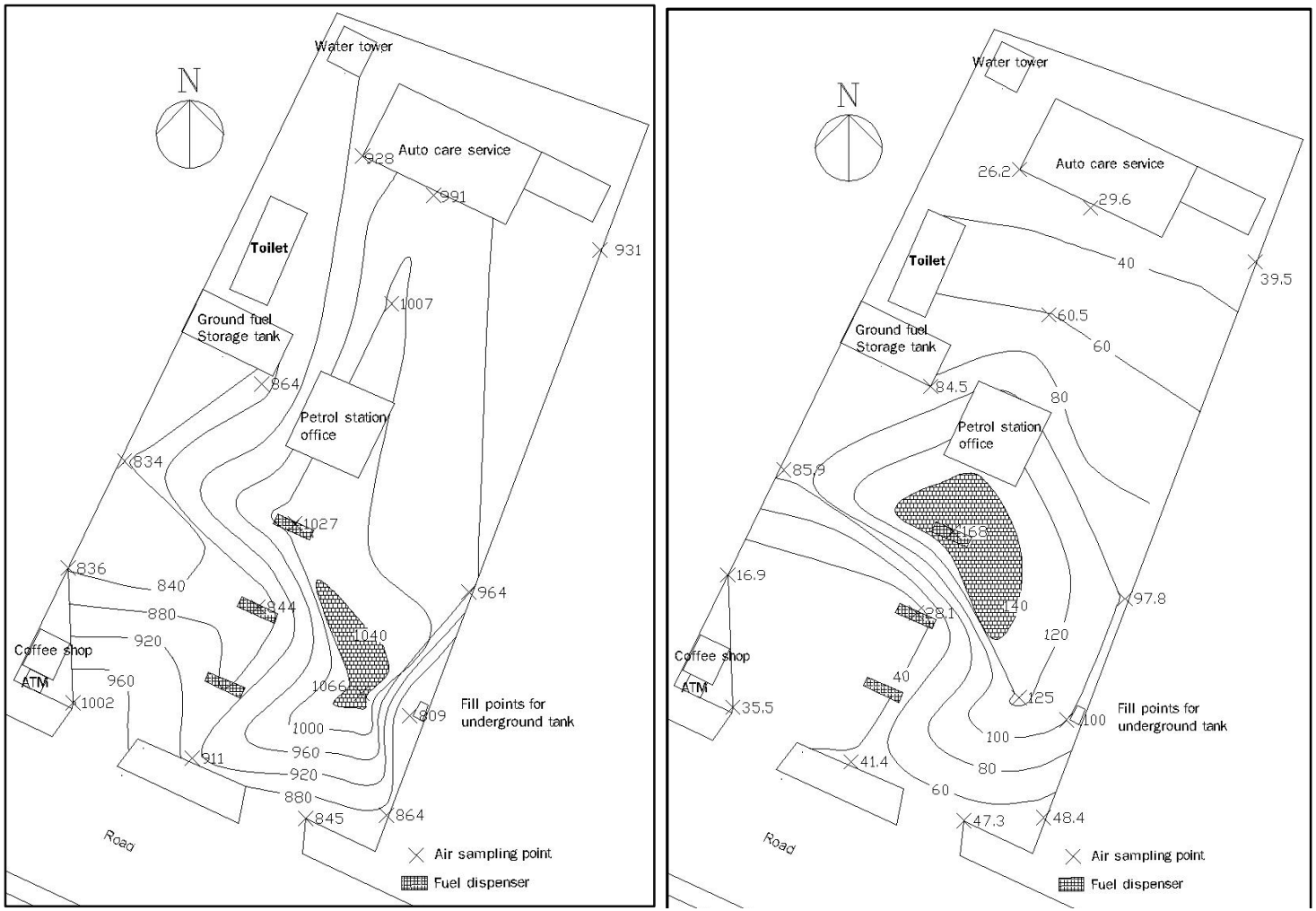
4.1.4 ช่วงเทศกาล

สงกรานต์

ภาพประกอบ 31 แสดงการแพร่กระจายตัวของ Benzene และ Toluene ของสถานี C ในช่วงสงกรานต์ได้ตรวจพบค่าความเข้มข้นสูงสุดของ Benzene บริเวณด้านหน้าจุดลงน้ำมัน 1066 มค.ก./ลบ.ม. และ ค่าสูงที่สุด Toluene หัวจ่ายด้านใน 168 มค.ก./ลบ.ม. ซึ่งทั้ง 2 จุดนี้อยู่บริเวณใกล้เคียงกัน และ พบค่าความเข้มข้นสูงบริเวณถังเก็บน้ำมันบนดิน และ ด้านหน้าร้านล้างอัดฉีด

ตัวแปรที่มีผลต่อการแพร่กระจายความเข้มข้นในสถานี C คือ ความเร็วลม 4 – 5 m / s ที่พัดมาทุกทิศทาง และ อุณหภูมิของอากาศ 33 ± 3.7 ℃ จำนวนรถที่ใช้บริการในช่วงเทศกาลถึง 1245 คันมีผลต่อ ค่าความเข้มข้น ค่า Benzene และ Toluene มีค่าสูงทั่วทั้งสถานี จึงส่งผลให้พนักงาน และ ผู้ใช้บริการมีโอกาสได้รับความเข้มข้นระดับสูง

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 31 ค่า Benzene และ ค่า Toluene เทศกาลสงกรานต์ ของสถานี C

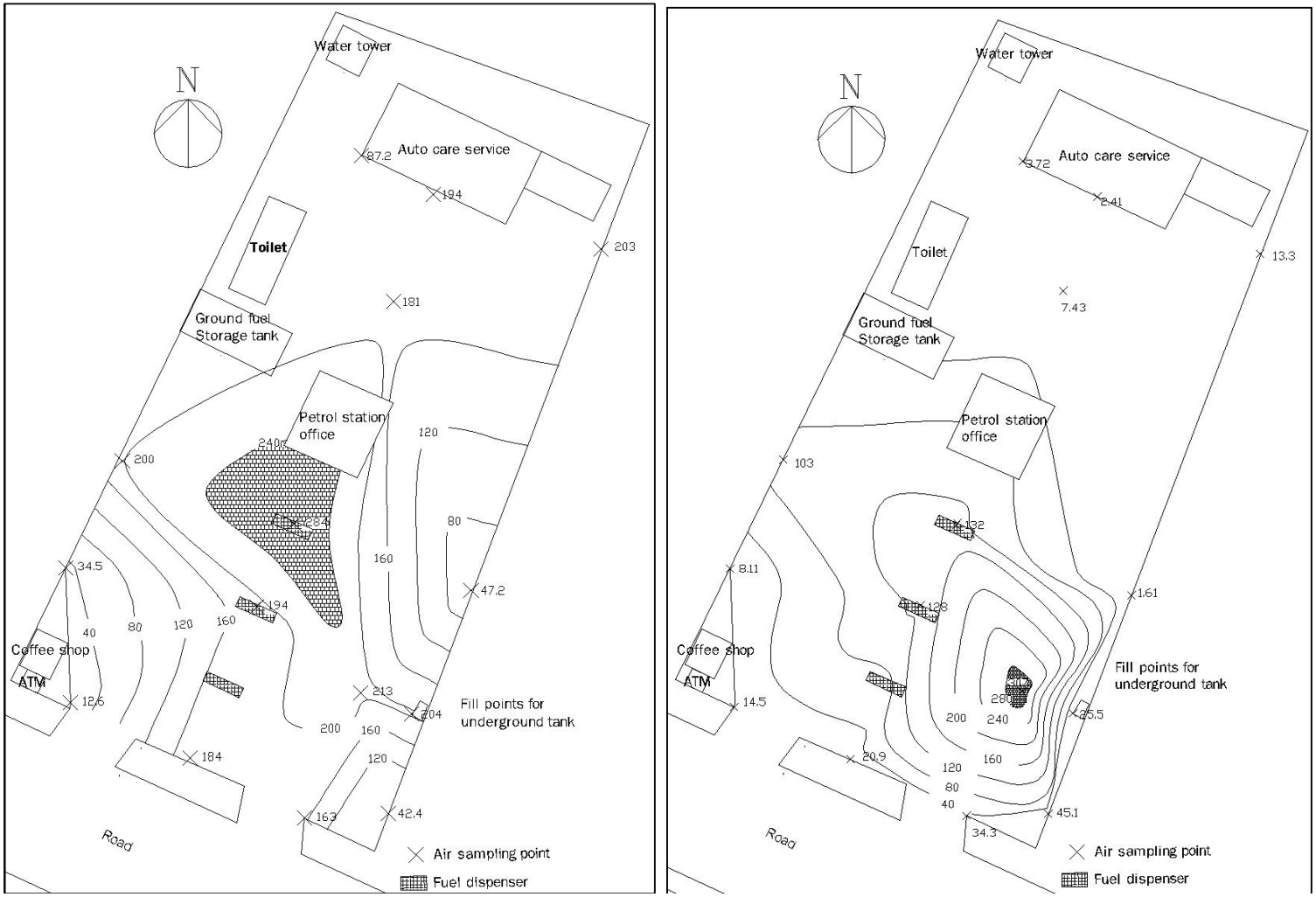
Mahasarakham University

ปีใหม่

ภาพประกอบ 32 แสดงการแพร่กระจายตัวของ Benzene และ Toluene ของสถานี C ฤดูหนาวช่วงเทศกาลปีใหม่ ได้ตรวจพบค่าความเข้มข้นสูงสุดของ Benzene ที่ตำแหน่งหัวจ่ายด้านใน มีค่า 284 มค.ก./ลบ.ม. ซึ่งมีค่าต่ำกว่าช่วงเทศกาลสงกรานต์ค่อนข้างมาก เนื่องจากมีการทำความสะอาดทั่วทั้งสถานี ซึ่งอาจมีผลให้ค่าความเข้มข้นลดลงกว่าปกติ และ เมื่อทำการเปรียบเทียบ ในวันปกติ พบว่า ทิศทางการกระจายตัวเป็นไปทางเดียวกับลมที่พัดเข้าสู่สถานี แต่การกระจายตัวของเส้นความเข้มข้นแตกต่างกัน

ค่าสูงสุดของ Toluene ที่ตำแหน่งด้านหน้าของสถานี มีค่า 307 มค.ก./ลบ.ม. และบริเวณจุดลงน้ำมันทำให้การแพร่ความเข้มข้นด้านหน้าของสถานีมีค่ามาก เมื่อเปรียบเทียบกับด้านหลังสถานี จึงส่งผลให้พนักงาน และ ผู้ใช้บริการมีโอกาสได้รับความเข้มข้นระดับสูง

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 32 ค่า Benzene และค่า Toluene เทศกาลปีใหม่ ของสถานี C

Mahasarakham University

4.1.5 ค่า B / T

จากตาราง 18 แสดงค่าอัตราส่วนปริมาณไอระเหย Benzene ต่อ ปริมาณไอระเหย Toluene จากน้ำมันที่จำหน่ายใน 3 สถานี เรียกว่าค่า B/T โดยทำการทดสอบนำน้ำมันที่จำหน่ายในแต่ละสถานี มาใส่ในขวดโหลขนาด 10 ลิตร โดยใส่น้ำมัน 1 ลิตรลงไป ปิดฝาให้สนิท ทิ้งไว้ 30 นาทีเพื่อให้ได้ไอระเหยอิ่มตัว และ ทำการเก็บตัวอย่างไอ เป็นเวลา 0.5 นาที ด้วยหลอดเก็บตัวอย่างจำนวน 2 หลอด การเก็บตัวอย่างนี้ใช้น้ำมันที่จำหน่ายจริงจากทั้ง 3 สถานี ค่า B/T สามารถใช้เป็นค่าอ้างอิง ของสารอินทรีย์ระเหยในอากาศที่มีแหล่งกำเนิดจากไอระเหยของน้ำมันเชื้อเพลิง

ตาราง 18 ค่า B/T ของไอระเหยน้ำมันที่จำหน่ายใน 3 สถานี

น้ำมันทั้ง 3 สถานี	เฉลี่ย
A	1.44 ± 0.16
B	0.65 ± 0.03
C	1.64 ± 0.63

จากตาราง 19 จะเห็นได้ว่า ค่า B/T ของน้ำมันที่จำหน่ายในสถานี A และ C มีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากทั้ง 2 สถานี มีจุดรับน้ำมันเพื่อนำมาจำหน่ายจากบริษัทที่เดียวกัน ส่วนค่า B/T ของน้ำมันที่จำหน่ายในสถานี B มีค่าแตกต่างจากสถานี A และ C เนื่องจากรับน้ำมันเพื่อนำมาจำหน่ายจากบริษัทอื่น ส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงที่สำคัญ ได้แก่ Benzene, Toluene, Ethylbenzene, และ m, p – Xylenes (BTEX)

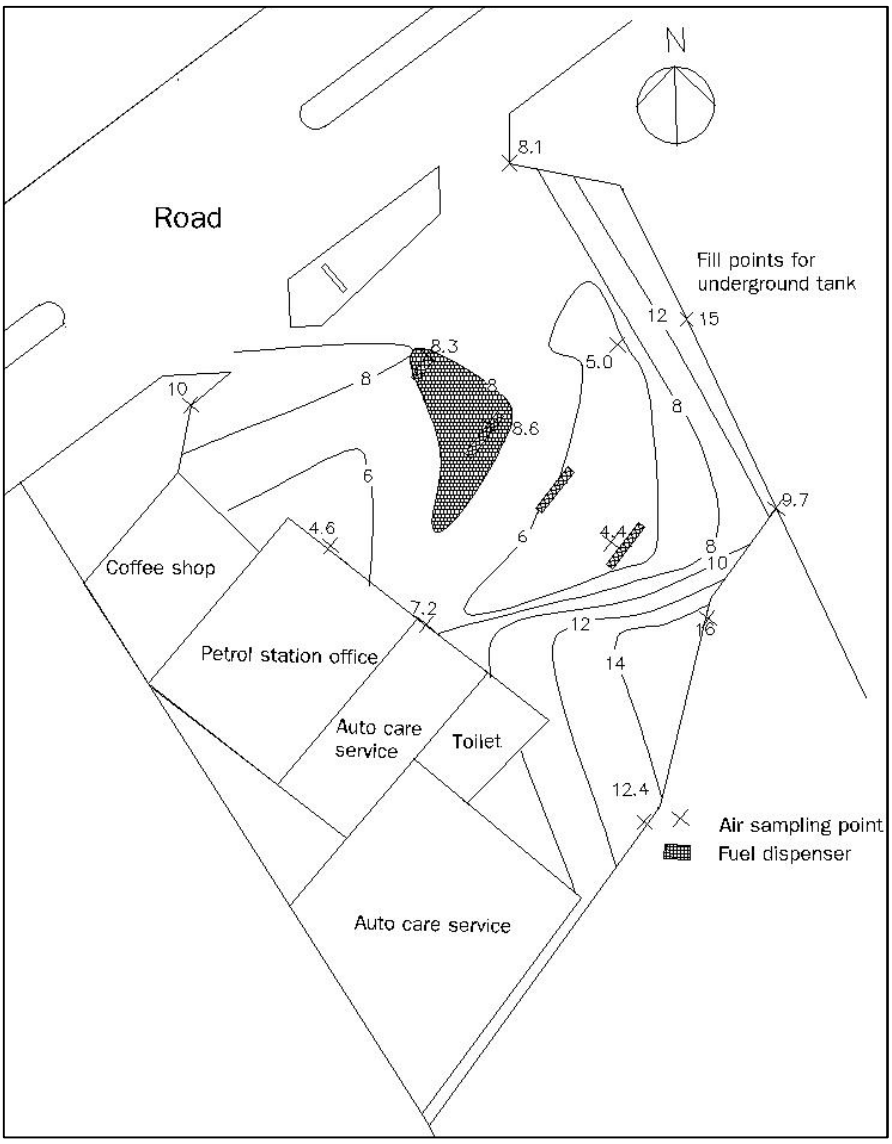
ตาราง 19 ส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิง

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ	
1	ค่าออกเทน	ไม่ต่ำกว่า	94.6
2	ตะกั่ว กรัม / ลิตร	ไม่สูงกว่า	0.005
3	กำมะถัน %	ไม่สูงกว่า	0.005
4	เบนซีน %	ไม่สูงกว่า	1.0
5	อะโรมาติก %	ไม่สูงกว่า	35
6	สี / ความเข้มสี	ไม่สูงกว่าและไม่ต่ำกว่า	0.5 / 1.5
7	สารเติมแต่ง	ตามกรมธุรกิจพลังงาน	

ที่มา : ประกาศกรมธุรกิจพลังงานเรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันเบนซิน พ.ศ. 2555

Mahasarakham University

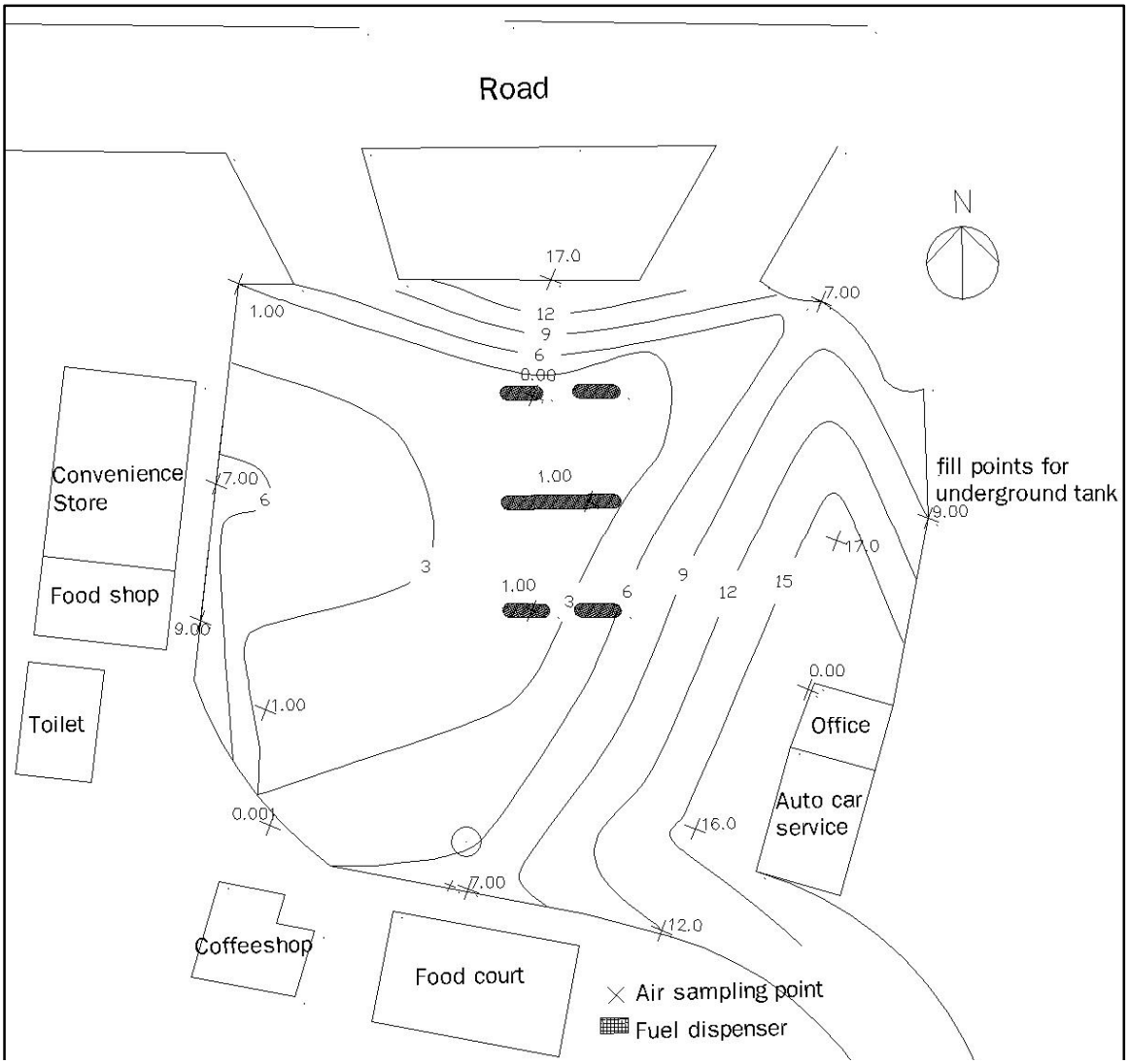
ภาพประกอบ 33 แสดงค่า B/T ที่จุดต่าง ๆ ภายในสถานี A ฤดูหนาว จะเห็นได้ว่าค่า B/T ที่ตำแหน่งหัวจ่ายมีค่า 4.57 ถึง 9.07 เมื่อเทียบกับค่า B/T อ้างอิงเท่ากับ 1.44 ± 0.16 ซึ่งบอกได้ว่าแหล่งกำเนิดของ Benzene และ Toluene ในอากาศตรงบริเวณหัวจ่ายไม่ได้เกิดจากไอระเหยของน้ำมัน เพียงแหล่งกำเนิดเดียวอาจได้รับผลกระทบจากศูนย์เคลือบแก้วรถ และ ไอเสียรถยนต์ที่เข้ามาเติมน้ำมัน ส่วนในตำแหน่งอื่นของสถานี ค่า B/T มีค่าอยู่ในช่วง 3 ถึง 16.2 ซึ่งบอกได้ว่าไอระเหยของน้ำมันเชื้อเพลิงส่งผลกระทบลดลงในตำแหน่งที่ห่างจากบริเวณหัวจ่ายออกไปทางขอบของสถานี นอกจากนี้ แหล่งกำเนิดของ Benzene และ Toluene อาจมาจากแหล่งอื่นร่วมด้วย เช่น บริเวณด้านหน้าศูนย์ซ่อม และ ร้านอัดฉีดเนื่องจากสารที่ใช้ในการเคลือบแก้วรถ นอกจากนั้นในวันที่ทำการเก็บตัวอย่างมีรถมาจอดทางด้านหลังของสถานีไม่ได้ดับเครื่องยนต์ ไอเสียของรถยนต์อาจเป็นแหล่งกำเนิดร่วมด้วย



ภาพประกอบ 33 ค่า B/T ของสถานี A ฤดูหนาว

Mahasarakham University

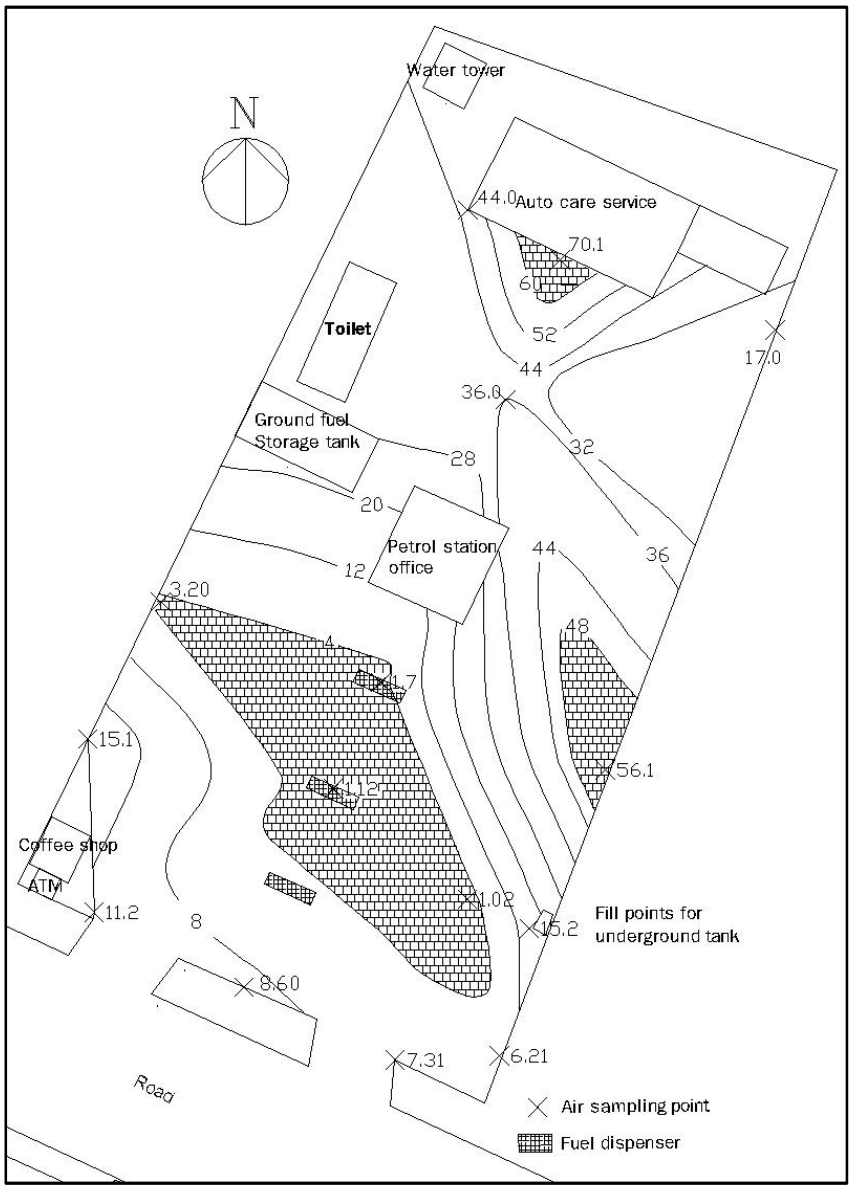
ภาพประกอบ 34 แสดงค่า B/T ที่จุดต่าง ๆ ภายในสถานี B ฤดูหนาว จะเห็นได้ว่าค่า B/T ที่ตำแหน่งหัวจ่ายมีค่า 1.00 เมื่อเทียบกับค่า B/T อ้างอิงเท่ากับ 0.65 ± 0.03. ซึ่งบอกได้ว่าแหล่งกำเนิดของ Benzene และ Toluene ในอากาศตรงบริเวณหัวจ่ายเกิดจากไอระเหยของน้ำมัน ส่วนในตำแหน่งอื่นของสถานี ค่า B/T มีค่าอยู่ในช่วง 3 ถึง 17 ซึ่งบอกได้ว่าไอระเหยของน้ำมันเชื้อเพลิงส่งผลกระทบลดลงในตำแหน่งที่ห่างจากบริเวณหัวจ่ายออกไปทางขอบของสถานี และอาจมีแหล่งกำเนิดของ Benzene และ Toluene มาจากแหล่งอื่นร่วมด้วย เช่น บริเวณด้านหน้าศูนย์ซ่อม และ ร้านอัดฉีด เนื่องจากสารที่ใช้ในการเคลือบเงารถ



ภาพประกอบ 34 ค่า B/T ของสถานี B ฤดูหนาว

Mahasarakham University

ภาพประกอบ 35 แสดงค่า B/T ที่จุดต่าง ๆ ภายในสถานี C ฤดูหนาว จะเห็นได้ว่าค่า B/T ที่ตำแหน่งหัวจ่ายมีค่า 1.00 เมื่อเทียบกับค่า B/T อ้างอิงเท่ากับ 1.64 ± 0.63 ซึ่งบอกได้ว่าแหล่งกำเนิดของ Benzene และ Toluene ในอากาศตรงบริเวณหัวจ่ายเกิดจากไอระเหยของน้ำมัน และส่วนบริเวณถังเก็บน้ำมันบนดิน มีค่า B/T 2.00 และจุดลงน้ำมันถังใต้ดิน มีค่า B / T เท่ากับ 1.00 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับตำเหน่งหัวจ่าย และ ใกล้เคียงกับค่า B/T อ้างอิง แสดงว่าบริเวณดังกล่าวมี Benzene และ Toluene ระเหยมากจากถังน้ำมัน ส่วนในตำแหน่งอื่นของสถานี ค่า B/T มีค่าอยู่ในช่วง 3 ถึง 70 ซึ่งบอกได้ว่าไอระเหยของน้ำมันเชื้อเพลิงส่งผลกระทบลดลงในตำแหน่งที่ห่างจากบริเวณหัวจ่ายออกไปทางขอบของสถานี แหล่งกำเนิดของ Benzene และ Toluene อาจมาจากแหล่งอื่นร่วมด้วย เช่น บริเวณด้านหน้าร้านอัดฉีดซึ่งมาจากน้ำยาที่ใช้ทำความสะอาดรถมีส่วนผสมของน้ำมัน



ภาพประกอบ 35 ค่า B / T ของสถานี C ฤดูหนาว

Mahasarakham University

4.1.6 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นตามระยะทาง

ทำการวิเคราะห์อัตราการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น Benzene ต่อระยะห่างจากเกาะจ่ายน้ำมัน ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดหลักของไอระเหยสารอินทรีย์ ไปทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทางทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ทั้ง 3 ฤดู แสดงดังตาราง 20

จากตาราง 20 แสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นตามระยะทาง ในสถานี A พบว่าฤดูร้อนมีการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้น Benzene ใน ทิศเหนือ ทิศใต้ และ ทิศตะวันออก ของสถานี อยู่ระหว่าง 1.62 – 6.79 มค.ก./ลบ.ม.– เมตร ส่วนในฤดูฝนมีค่าเพิ่มขึ้นทุกทิศทางเพียงเล็กน้อย อยู่ระหว่าง 0.005 – 0.11 มค.ก./ลบ.ม.– เมตร ส่วนในฤดูหนาวมีค่าลดลงทุกทิศทาง มีค่าอยู่ที่ 2.21 – 0.66 มค.ก./ลบ.ม. – เมตร

สถานี A ในฤดูร้อนมีผลมาจากทิศทางการเคลื่อนที่ของลม ที่มีการปั่นป่วนอยู่ในสถานีทำให้ค่าความเข้มข้นแพร่กระจายไปทุกทิศทางของสถานี ในฤดูฝนมีการเพิ่มขึ้นของค่าความเข้มข้นทุกทิศทางเพียงเล็กน้อย ได้รับผลมาจากทิศทางลมที่พัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ทำให้ค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนในทางทิศตะวันตกมีตึกและอาคารของสถานีบังในทิศทางลมอยู่จึงทำให้ยังมีความเข้มข้นสูงอยู่ ในฤดูหนาวค่าความเข้มข้นมีค่าลดลงทุกทิศทางเนื่องจากมีลมที่พัดเข้ามาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือความเข้มข้นทางทิศเหนือ และ ทิศตะวันออก มีค่าต่ำกว่าเกาะจ่าย

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นตามระยะทาง ในสถานี C พบว่าฤดูร้อนของความเข้มข้นในทิศทางของ Benzene มีค่าลดลงทุกทิศทางอยู่ระหว่าง 12.2 – 1825 มค.ก./ลบ.ม.– เมตร ส่วนในฤดูฝนมีค่าเพิ่มขึ้นในทางทิศเหนือเพียงทิศทางเดียว มีค่าอยู่ที่ 0.74 มค.ก./ลบ.ม.– เมตร. ความเข้มข้นในทางทิศทางอื่นลดลงเมื่อห่างจากเกาะจ่ายน้ำมัน ส่วนในฤดูหนาวมีค่าเพิ่มขึ้นในทางทิศใต้เพียงทิศทางเดียว มีค่าอยู่ที่ 9.50 มค.ก./ลบ.ม.– เมตร ในทิศเหนือค่าไม่เปลี่ยนแลง ส่วนทิศตะวันออก และทิศตะวันตกลดลง

สถานี C ในฤดูร้อนแม้ว่าค่าความเข้มข้นของ Benzene ลดลงทุกทิศทางเมื่อเทียบกับเกาะจ่าย แต่ยังมีความเข้มข้นสูงมากกว่าในฤดูอื่น ๆ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากอุณหภูมิในฤดูร้อนนี้ค่อนข้างสูง ทำให้บริเวณเกาะจ่ายน้ำมัน ถังน้ำมันบนดิน และ จุดลงน้ำมันใต้ดินมีไอระเหยน้ำมันสูงมากกว่าฤดูอื่น ในฤดูหนาวค่าความเข้มข้นมีการแพร่กระจายจากส่วนกลางของสถานีไปทางด้านหน้าของสถานีซึ่งเป็นทิศใต้ลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ในฤดูฝนเนื่องจากลมที่พัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้ทิศเหนือลมมีค่าความเข้มข้นของ Benzene และ Toluene มีค่าน้อยกว่าทิศใต้ลม และ ทิศใต้ลมยังมีถังน้ำมันบนดิน จึงทำให้มีค่าความเข้มข้นสูง

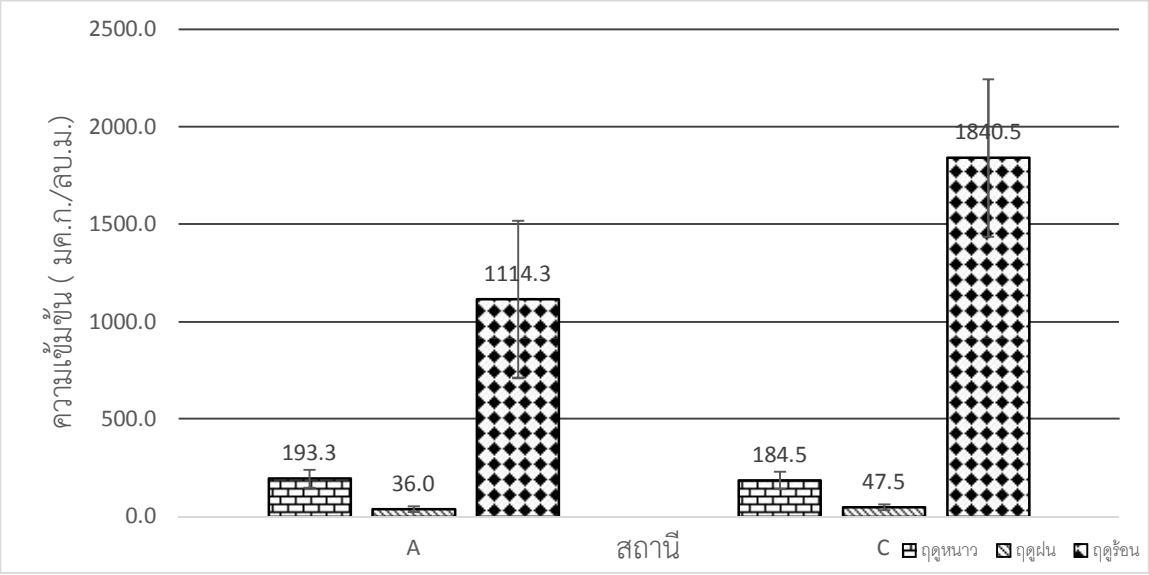
Mahasarakham University

ตาราง 20 อัตราการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ Benzene ต่อระยะห่างจากเกาะจ่ายน้ำมัน

สถานี		ทิศเหนือ (มค.ก./ลบ.ม. – เมตร)	ทิศใต้ (มค.ก./ลบ.ม. – เมตร)	ทิศตะวันออก (มค.ก./ลบ.ม. – เมตร)	ทิศตะวันตก (มค.ก./ลบ.ม. – เมตร)
สถานี A	ฤดูร้อน	+ 3.64	+ 6 .97	+ 1.62	- 1.07
	ฤดูฝน	+ 0.005	+ 0.05	+ 0.09	+ 0.20
	ฤดูหนาว	- 2.12	- 0.66	- 1.29	- 1.46
สถานี C	ฤดูร้อน	- 12.2	- 783	- 49.1	- 28.2
	ฤดูฝน	+ 0.72	- 31.0	- 2.44	- 1.33
	ฤดูหนาว	- 0.00	+ 9.50	- 5.17	- 2.73

หมายเหตุ เครื่องหมาย + หมายถึง ค่าเพิ่มขึ้น
เครื่องหมาย - หมายถึง ค่าลดลง

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 36 ค่าความเข้มข้น Benzene ที่ตำแหน่งหัวจ่าย

4.2 ผลการทดลองที่ 2 การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของพนักงาน

4.2.1 ผลสำรวจการทำงานของพนักงานในสถานีบริการน้ำมัน

จากผลสำรวจการทำงานของพนักงานในสถานีบริการน้ำมันที่ศึกษา 10 สถานี ในจังหวัดมหาสารคาม สุรินทร์ และ ร้อยเอ็ด แสดงดังตาราง 21 มีผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 63 คน แบ่งเป็นพนักชาย 42 คน และ หญิง 21 คน อายุเฉลี่ย 33 ปี มีระยะเวลาการงานเฉลี่ย 2.8 ปี ทำงานเฉลี่ย 9.6 ชม/วัน และ พนักงานส่วนใหญ่ทำงาน 5.7 วัน/สัปดาห์ ดังตาราง 21 แสดงข้อมูลพื้นฐานของพนักงานในสถานีบริเวณน้ำมันที่ศึกษาทั้ง 10 สถานี ตอบในแบบสอบถาม

ตาราง 21 ข้อมูลพื้นฐานของพนักงานในสถานีบริเวณน้ำมันที่ศึกษาทั้ง 10 สถานี

หัวข้อ	ลักษณะการจำแนก	จำนวน
เพศ	ชาย	42 คน (66.5 %)
	หญิง	21 คน (33.5 %)
อายุ	เฉลี่ย	33 ปี
ส่วนสูง	เฉลี่ย	168 ซ.ม.
น้ำหนัก	เฉลี่ย	68 ก.ก.
การศึกษา	ประถม	20 คน (32 %)
	มัธยมต้น	21 คน (33 %)
	มัธยมปลาย	22 คน (35 %)
ระยะเวลาการทำงาน	เฉลี่ย	2.8 ปี
ระยะเวลาทำงาน ต่อวัน	เฉลี่ย	9.6 ชม. / วัน
ระยะเวลาทำงาน ต่อสัปดาห์	เฉลี่ย	5.7 วัน / สัปดาห์

Mahasarakham University

จากผลการสำรวจปัญหาด้านสุขภาพที่พนักงานบริการประสบจากการทำงาน แสดงดังตาราง 18 พบว่า พนักงานส่วนใหญ่ที่ตอบแบบสอบถามไม่มีโรคประจำตัว ส่วนอาการที่ผู้ตอบแบบสอบถามรายงานมากที่สุด (เฉพาะคำตอบ “ใช่”) คือ ปวดศีรษะ ร้อยละ 32, เหนื่อยล้าผิดปกติ, ขาดสมาธิในการทำงาน ร้อยละ 20, รู้สึกหนักศีรษะ, คลื่นไส้ วิงเวียง, เจ็บตา เคืองตา คันตา, ไอ ร้อยละ 16 การได้รับสัมผัสไอระเหยน้ำมันสามารถทำให้เกิดการระคายเคืองตา และ คอได้ นอกจากนี้การสูดดมไอระเหยจะทำให้เกิดอาการวิงเวียง ปวดศีรษะ ง่วงนอน ขาดสมาธิ ธนสร ตันศฤงฆาร และคณะ (พ.ศ. 2552) รายงานว่า การได้รับสัมผัสไอระเหยน้ำมันสามารถทำให้เกิดการระคายเคืองตาและคอได้ นอกจากนี้การสูดดมไอระเหยจะทำให้เกิดอาการวิงเวียง ปวดศีรษะ ง่วงนอน ขาดสมาธิได้ ซึ่งค่อนข้างสอดคล้องกับผลการตอบแบบสอบถามของพนักงานในสถานีบริการน้ำมัน ยกเว้นอาการระคายเคืองตาและคอ แต่อย่างไรก็ดีการใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินสาเหตุจำเพาะที่ก่อให้เกิดอุบัติการณ์อาการเจ็บป่วยนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศภายในที่ทำงานร่วมด้วย เช่น ปัจจัยด้านเพศ ประวัติทางพันธุกรรม และพฤติกรรมการดำเนินชีวิตของแต่ละบุคคลด้วย

ตาราง 22 ปัญหาด้านสุขภาพที่พนักงานบริการประสบจากการทำงาน

หัวข้อ	ร้อยละ		
	ใช่	ใช่ เป็นบางครั้ง	ไม่ใช่ หรือ ไม่เคย
1. เหนื่อยล้าผิดปกติ	20	48	32
2. รู้สึกหนักศีรษะ	16	32	52
3. ปวดศีรษะ	32	20	48
4. คลื่นไส้, วิงเวียน	16	36	48
5. ขาดสมาธิในการทำงาน	20	35	45
6. เจ็บตา, เคืองตาคันตา	16	32	52
7. ระคาย, คัดจมูกน้ำมูกไหล	0	36	64
8. คอแห้ง, เสียงแหบ	0	36	64
9. ไอ	16	32	52
10. ผิวแห้ง, คันใบหน้าโดยไม่มีผดผื่น	4	48	48
11. คันหนังศีรษะ หรือ หู	4	48	48
12. มือแห้ง, คัน, ผิวหนังมีผื่นแดง	0	36	64

Mahasarakham University

จากผลการสำรวจพบว่าการปฏิบัติตัวในการป้องกันตนเองของพนักงานจากการได้รับสัมผัสไอระเหยพบว่า มีการใช้เครื่องป้องกันสารระเหยน้ำมันขณะทำงาน ร้อยละ 51, ใช้ผ้าปิดจมูกเป็นเครื่องป้องกัน ร้อยละ 62, ทำความสะอาดชุดที่ใช้งานทุกวัน ร้อยละ 80, มีความระมัดระวังขณะเติมน้ำมันโดยไม่ให้หกลงพื้น ร้อยละ 53, ในการเติมน้ำมันถ้ามีการหกลงพื้นจะมีการทำความสะอาด ร้อยละ 51, ใช้ทรายกลบน้ำมันที่หกลงพื้นเพื่อทำความสะอาด ร้อยละ 96 จากการตอบแบบสอบถามจะเห็นได้ว่า พนักงานมีการป้องกันตนเองจากการสูดดมไอระเหยน้ำมันโดยการสวมผ้าปิดจมูก แต่มีเพียงครึ่งหนึ่งที่ใช้ตลอดระยะเวลาการทำงาน เนื่องจากพนักงานบางคนไม่ถนัดใส่ เกิดความรำคาญ และ ร้อน นอกจากนี้พนักงานมีความระมัดระวังไม่ให้น้ำมันหยดลงพื้นขณะที่ให้บริการเนื่องจากได้รับการอบรมจากผู้จัดการของสถานี ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยป้องกันและควบคุมแหล่งกำเนิดสารอินทรีย์ระเหยไอน้ำมันในสถานีอีกทางหนึ่ง

จากแบบสอบถามพบว่ามีพนักงานที่สูบบุหรี่ ร้อยละ 35, เลิกสูบ ร้อยละ 16 การสูบบุหรี่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพร่างกาย และ มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรค มากกว่าคนที่ไม่สูบบุหรี่ ซึ่งสารพิษในบุหรี่ 1 มวน มีสารเคมีหลายร้อยชนิดที่ใช้ในการปรุงแต่ง กลิ่น และ รสชาติเพื่อลดการระคายเคือง และ เพื่อให้บุหรี่ให้น่าสูบ เมื่อเกิดการเผาไหม้จะทำให้เกิดสารเคมีมากกว่า 4,000 ชนิด ซึ่งมีผลกระทบต่อการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย และมีสารมากกว่า 60 ชนิดที่เป็น สารก่อมะเร็ง (คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี)

ตาราง 23 การปฏิบัติตัวในการป้องกันตนเองของพนักงานจากการได้รับสัมผัสไอระเหยน้ำมันในขณะทำงาน

หัวข้อ	ร้อยละ		
1. ท่านใช้เครื่องป้องกันสารระเหยน้ำมัน ขณะทำงานหรือไม่	ใช้ 51	ไม่ใช้ 49	อื่น ๆ 0
2. ถ้าใช้ ชนิดของเครื่องป้องกันที่ใช้คือ	ผ้าปิดจมูก 62	หน้ากากอนามัย 38	อื่น ๆ 0
3. เครื่องป้องกันที่ใช้ใครเป็นคนจัดหามาให้	ซื้อมาเอง 35	สถานีจัดหา 65	อื่น ๆ 0
4. ท่านใช้เครื่องป้องกันดังกล่าวทุกวันขณะทำงาน หรือไม่	ใช้ทุกวัน 35	เป็นบ้างครั้ง 65	ไม่ใช้เลย 0
5. ท่านใช้เครื่องป้องกันดังกล่าวอย่างไร	ใช้บางช่วงของวัน 35	ใช้ตลอดวัน 65	ไม่ใช้เลย 0
6. ก่อนรับประทานอาหารกลางวันท่านได้ล้างมือก่อนหรือไม่	ล้าง 87	เป็นบางครั้ง 13	ไม่เคย 0
7. ท่านได้ทำความสะอาดชุดที่ใช้งานทุกวันหรือไม่	ทุกวัน 80	เป็นบางครั้ง 20	ไม่เคย 0
8. ปัจจุบันท่านสูบบุหรี่ หรือไม่	สูบ 35	ไม่เคย 50	เลิกสูบ 15

Mahasarakham University

ตาราง 23 (ต่อ)

หัวข้อ	ร้อยละ		
9. หากท่านสูบ ท่านสูบในขณะทำงานหรือไม่	ใช่	เป็นบางครั้ง	ไม่เคย
	14	86	0
10. ท่านมีความระมัดระวังขณะเติมน้ำมันโดยไม่ให้หกลงพื้นหรือไม่	ใช้	เป็นบางครั้ง	ไม่เคย
	53	47	0
11. ถ้าในการเติมน้ำมันมีการหกลงพื้น ท่านมีการทำความสะอาดหรือไม่	ทำ	เป็นบางครั้ง	ไม่เคย
	50	50	0
12. ท่านทำความสะอาดน้ำมันหกลงพื้นอย่างไร	น้ำล้าง	ทรายกลบ	ไม่เคย
	5	95	0

4.2.2 ความเข้มข้นสารอินทรีย์ระเหยที่พนักงานได้รับ

ตาราง 24 แสดงค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยทั้ง 4 ชนิดในสถานีบริการน้ำมันที่ศึกษา 10 สถานี โดยการตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างบริเวณที่พนักงานอยู่เป็นส่วนใหญ่ เช่น ตำแหน่งหัวจ่าย ตั้งแต่ 08.00 – 16.00 น. โดยค่าความเข้มข้นที่วัดได้จะใช้เป็นค่าความเข้มข้นที่พนักงานได้รับตลอดช่วงเวลาการทำงาน เนื่องจากพนักงานอยู่บริเวณหัวจ่ายเป็นส่วนใหญ่ เก็บตัวอย่างอากาศในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2556

เปรียบเทียบค่าความเข้มข้น Benzene และ Toluene ที่ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยตลอดระยะเวลาทำงานปกติ ตามประกาศของกระทรวงมหาดไทย. พ.ศ. 2520 มีค่า 3194 และ 753.7 มค.ก./ลบ.ม. ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบกับงานวิจัยนี้พบว่าค่า Benzene และ Toluene ค่าของงานวิจัยนี้มีค่าต่ำกว่าค่าของกระทรวงมหาดไทย (ประกาศของกระทรวงมหาดไทย. พ.ศ. 2520)

ตาราง 24 ค่าความเข้มข้นสารอินทรีย์ระเหยในสถานีบริการน้ำมันที่พนักงานได้รับขณะทำงาน

สถานี	ค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหย (มค.ก./ลบ.ม.)			
	Benzene	Toluene	Xylenes	Ethyl benzene
#1	107	9.02	1.49	1.49
#2	155	11.6	3.37	3.22
#3	59.0	4.25	nd	nd
#4	84.0	13.1	nd	nd
#5	18.0	6.27	2.07	2.07
#6	110	14.5	1.91	2.01
#7	142	28.8	3.87	3.70
#8	75.0	16.7	nd	nd
#9	26.0	7.17	nd	nd
#10	7.00	4.93	nd	nd

หมายเหตุ * nd คือ ต่ำกว่าค่าต่ำสุดที่สามารถวัดได้

Mahasarakham University

4.2.3 ผลการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ

การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของพนักงานจากการได้รับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยทั้ง 4 ชนิด สามารถแบ่งออกเป็น ความเสี่ยงทางสุขภาพของการเกิดมะเร็งในที่นี้สารก่อมะเร็ง คือ Benzene และ ความเสี่ยงทางสุขภาพของการเกิดโรคอื่นที่ไม่ใช่มะเร็ง ในที่นี้จะคิดจากการได้รับสัมผัสสารอินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด

1) ความเสี่ยงทางสุขภาพของการเกิดมะเร็ง

การคำนวณค่าความเสี่ยง R ตามสมการ 2.1 โดยมีพารามิเตอร์ที่ใช้คำนวณ ดังตาราง 20

ค่าความเสี่ยงทางสุขภาพของการเกิดมะเร็ง (R) ค่าที่คำนวณได้สามารถบอกถึงโอกาสที่อาจเกิดมะเร็ง ผลจากงานวิจัยค่าในสถานีที่ 2 มีค่า R เท่ากับ 5.70×10^{-5} ซึ่งบอกได้ว่าในพนักงานหนึ่งแสนคน จะมีพนักงาน 6 คน ที่มีโอกาสเป็นมะเร็ง จากการได้รับไอระเหยน้ำมันที่มี Benzene ตลอดช่วงระยะเวลา 2.8 ปี ที่ทำงานในสถานี

ทำการเปรียบเทียบค่า R ทั้ง 10 สถานี พบว่าค่าในสถานีที่ 2 มีค่ามากที่สุด มีค่าอยู่ที่ 5.70×10^{-5} เนื่องจากสถานีที่ทำการเก็บตัวอยู่ในตัวเมือง และ มีตึกอยู่ทุกทิศทางของสถานี ทำให้ค่าความเข้มข้นในสถานีสูง ส่งผลให้ค่าความเสี่ยงทางสุขภาพของการเกิดมะเร็งสูง

ทำการเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ ไพลิน ทวีวงษ์ และคณะ (2010) ซึ่งวัดสารอินทรีย์ระเหยในสถานีบริการน้ำมันที่กรุงเทพมหานครพบ ค่า R จากการได้รับ Benzene มีค่าเท่ากับ 2.41×10^{-5} ผลการเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่าค่าความเสี่ยงที่คำนวณได้ในงานวิจัยนี้มีค่าใกล้เคียงกับค่าในงานวิจัยของ ไพลิน ทวีวงษ์ และคณะ(2010) ค่าความเสี่ยงที่องค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมยอมรับได้ มีค่า 1×10^{-6} ถึง 1×10^{-4} (US EPA, 1990) ถ้าค่า R สูงเกินค่าสูงสุดของช่วงดังกล่าว ควรมีการจัดการแก้ไขที่ต้นกำเนิด

ตาราง 25 ความเสี่ยงทางสุขภาพของการเกิดมะเร็ง

สถานี	ความเข้มข้น Benzene (มก./ลบ.ม.)	CDI (มก./กก.-วัน)	R
# 1	0.107	0.261	3.93×10^{-5}
# 2	0.155	0.378	5.70×10^{-5}
# 3	0.059	0.144	2.17×10^{-5}
# 4	0.084	0.205	3.09×10^{-5}
# 5	0.018	0.044	6.62×10^{-6}
# 6	0.110	0.268	4.04×10^{-5}
# 7	0.142	0.346	5.22×10^{-5}
# 8	0.075	0.183	2.76×10^{-5}
# 9	0.026	0.063	9.56×10^{-6}
# 10	0.007	0.000	2.57×10^{-6}

Mahasarakham University

2) ความเสี่ยงทางสุขภาพของการเกิดโรคอื่นที่ไม่ใช่มะเร็ง

การได้รับสารมลพิษประเภทไม่ก่อมะเร็งมากกว่า 1 ชนิด โดยการประเมินจะต่างจากสารก่อมะเร็งซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณ ตามสมการ 2.2 โดยมีพารามิเตอร์ที่ใช้คำนวณ ดังตาราง 15 และ 23 ผลจากการคำนวณแสดงดังตาราง 26 ซึ่งพบว่าค่า HI ของทุกสถานี อยู่ในช่วง 0.03 – 0.62 ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 1 ดันนั้นความเสี่ยงทางสุขภาพของการเกิดโรคอื่นที่ไม่ใช่มะเร็ง ยังอยู่ในระดับที่พนักงานยังไม่ต้องตระหนักถึงอันตรายอย่างไรก็ดี การคำนวณความเสี่ยงนี้คิดเฉพาะสารอินทรีย์ระเหย 4 ชนิดเท่านั้น แต่ในไอระเหยน้ำมันยังมีสารอินทรีย์ระเหยอื่น ๆ อีก เช่น Methyl – Tertiary – Butyl – Ether (MTBE), Isooctane, n – heptanes, Styrene, 3 – Ethylbenzene และ Decanal ไพลิน ทวีวงษ์ และคณะ (2010)

Mahasarakham University

ตาราง 26 ความเสี่ยงทางสุขภาพของการเกิดโรคอื่นที่ไม่ใช่มะเร็ง

สถานี	ความเข้มข้น (มก./ลบ.ม.)				CDI (มก./กก.-วัน)				HQ				HI
	B	T	E	X	B	T	E	X	B	T	E	X	
# 1	1.07×10^{-1}	9.02×10^{-3}	1.49×10^{-3}	1.49×10^{-3}	1.67×10^{-3}	1.41×10^{-4}	2.32×10^{-5}	2.32×10^{-5}	4.17×10^{-1}	1.76×10^{-3}	2.32×10^{-4}	1.16×10^{-4}	0.42
# 2	1.55×10^{-1}	1.16×10^{-2}	3.37×10^{-3}	3.22×10^{-3}	2.42×10^{-3}	1.81×10^{-4}	1.81×10^{-4}	1.81×10^{-4}	6.04×10^{-1}	2.26×10^{-3}	1.81×10^{-3}	9.05×10^{-4}	0.61
# 3	5.90×10^{-2}	4.25×10^{-3}	1.70×10^{-5}	6.00×10^{-6}	9.20×10^{-4}	6.63×10^{-5}	2.65×10^{-7}	9.36×10^{-8}	2.30×10^{-1}	8.29×10^{-4}	2.65×10^{-6}	4.68×10^{-7}	0.23
# 4	8.40×10^{-2}	1.31×10^{-2}	1.70×10^{-5}	6.00×10^{-6}	1.31×10^{-3}	2.04×10^{-4}	2.65×10^{-7}	9.36×10^{-8}	3.28×10^{-1}	2.55×10^{-3}	2.65×10^{-6}	4.68×10^{-7}	0.33
# 5	1.80×10^{-2}	6.27×10^{-3}	2.07×10^{-3}	2.07×10^{-3}	2.81×10^{-4}	9.78×10^{-5}	3.23×10^{-5}	3.23×10^{-5}	7.02×10^{-2}	1.22×10^{-3}	3.23×10^{-4}	1.61×10^{-4}	0.07
# 6	1.10×10^{-1}	1.85×10^{-1}	1.91×10^{-3}	2.01×10^{-3}	1.72×10^{-3}	2.89×10^{-3}	2.98×10^{-5}	3.13×10^{-5}	4.29×10^{-1}	3.61×10^{-2}	2.98×10^{-4}	1.57×10^{-4}	0.47
# 7	1.42×10^{-1}	3.25×10^{-1}	3.87×10^{-3}	3.70×10^{-3}	2.21×10^{-3}	5.07×10^{-3}	0.00×10^{-0}	6.04×10^{-5}	5.54×10^{-1}	6.34×10^{-2}	0.00×10^{-0}	3.02×10^{-4}	0.62
# 8	7.50×10^{-2}	1.67×10^{-2}	1.70×10^{-5}	6.00×10^{-6}	1.17×10^{-3}	2.60×10^{-4}	2.65×10^{-7}	9.36×10^{-8}	2.92×10^{-1}	3.26×10^{-3}	2.65×10^{-6}	4.68×10^{-7}	0.30
# 9	2.60×10^{-2}	1.17×10^{-1}	1.70×10^{-5}	6.00×10^{-6}	4.05×10^{-4}	1.82×10^{-3}	2.65×10^{-7}	9.36×10^{-8}	1.01×10^{-1}	2.28×10^{-2}	2.65×10^{-6}	4.68×10^{-7}	0.12
# 10	7.00×10^{-3}	4.93×10^{-3}	1.70×10^{-5}	6.00×10^{-6}	1.09×10^{-4}	7.69×10^{-5}	2.65×10^{-7}	9.36×10^{-8}	2.73×10^{-2}	9.61×10^{-4}	2.65×10^{-6}	4.68×10^{-7}	0.03

Mahasarakham University

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการกระจายตัวของสารอินทรีย์ระเหยใน สถานีบริการน้ำมัน 3 สถานี ใน 3 ฤดูกาล และประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของพนักงานจากการได้รับสัมผัสไอระเหยน้ำมัน สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. ความเข้มข้น BTEX จะเห็นว่าค่า Benzene อยู่ระหว่าง 14 – 1315 มค.ก./ลบ.ม. ค่า Toluene อยู่ระหว่าง 17 – 197 มค.ก./ลบ.ม.มี ค่า Ethyl benzene อยู่ระหว่าง ตรวจไม่พบ – 12 มค.ก./ลบ.ม. ค่า m , p - Xylene อยู่ระหว่าง ตรวจไม่พบ – 72 มค.ก./ลบ.ม.

2. ค่าความเข้มข้นในแต่ละสถานี มีค่าความเข้มข้นต่างกัน สาเหตุ อาจขึ้นอยู่กับสภาพอากาศของฤดูกาลในวันที่เก็บตัวอย่างอากาศ ลักษณะของสถานีบริการ กิจกรรมภายในสถานี และจำนวนผู้ใช้บริการ

3. จุดที่ตรวจพบความเข้มข้นสารอินทรีย์ระเหยสูง ได้แก่ บริเวณที่ตำแหน่งหัวจ่าย และถังน้ำมันบนดิน ซึ่งเกิดจากไอระเหยของน้ำมัน อาจส่งผลโดยตรงกับพนักงานที่อยู่บริเวณตำแหน่งหัวจ่ายของสถานี

4. การเปรียบเทียบค่า B/T ที่วัดภายในสถานีกับค่า B/T อ้างอิงจากไอน้ำมัน พบว่าค่า B/T ที่บริเวณหัวจ่ายมีใกล้เคียงกับค่าอ้างอิง ซึ่งบอกได้ว่าแหล่งกำเนิดของ Benzene และ Toluene ในอากาศตรงบริเวณหัวจ่ายเกิดจากไอระเหยของน้ำมัน ส่วนบริเวณตำแหน่งอื่นที่ห่างจากบริเวณหัวจ่ายออกไปทางขอบของสถานีได้รับผลจากไอระเหยน้ำมันลดลง และ มีแหล่งกำเนิดของ Benzene และ Toluene มาจากแหล่งกำเนิดอื่นร่วมด้วย

5. การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ Benzene ตามระยะทาง พบว่าความเข้มข้นลดลงเมื่อห่างจากเกาะจ่ายน้ำมันในทิศเหนือลม แต่มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นในทิศใต้ลม และ บริเวณที่มีแหล่งกำเนิดอื่นนอกเหนือจากหัวจ่ายน้ำมัน เช่น ถังเก็บน้ำมันสำรอง ถังน้ำมันบนดิน และ รถขนส่งน้ำมัน

6. จากผลสำรวจการทำงานของพนักงานในสถานีบริการน้ำมันที่ศึกษา 10 สถานี ในจังหวัด มหาสารคาม สุรินทร์ และ ร้อยเอ็ด อาการที่ผู้ตอบแบบสอบถามรายงานมากที่สุด 5 อันดับแรก (เฉพาะคำตอบ “ใช่”) คือ ปวดศีรษะ, เหนื่อยล้าผิดปกติ, ขาดสมาธิในการทำงาน, รู้สึกหนักศีรษะ, คลื่นไส้ วิงเวียน การได้รับสัมผัสไอระเหยน้ำมันสามารถทำให้เกิดการระคายเคืองตา และ คอได้

7. ผลการสำรวจพบว่าการปฏิบัติตัวในการป้องกันตนเองของพนักงานจากการได้รับสัมผัสไอระเหย 7 อันดับแรก พบว่ามีการใช้เครื่องป้องกันสารระเหยน้ำมันขณะทำงาน, ใช้ผ้าปิดจมูกเป็นเครื่องป้องกัน, ทำความสะอาดชุดที่ใช้งานทุกวัน, มีความระมัดระวังขณะเติมน้ำมันโดยไม่ให้หกลงพื้น, ในการเติมน้ำมันถ้ามีการหกลงพื้นจะมีการทำความสะอาด , ใช้ทรายกลบน้ำมันที่หกลงพื้นเพื่อทำความสะอาด

8. ผลการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ พบว่าค่าความเสี่ยงทางสุขภาพของการเกิดมะเร็ง อยู่ในช่วง 2.17×10^{-5} ถึง 5.70×10^{-5} ค่าที่องค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมยอมรับได้ มีค่า 1×10^{-6} ถึง 1×10^{-4} (US EPA, 1990) ส่วนค่าความเสี่ยงทางสุขภาพของการเกิดโรคอื่นที่ไม่ใช่มะเร็ง ค่า HI ของทุก

Mahasarakham University

สถานี อยู่ในช่วง 0.03 – 0.62 ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 1 ดังนั้นความเสี่ยงทางสุขภาพของการเกิดโรคอื่นที่ไม่ใช่มะเร็ง ยังอยู่ในระดับที่พนักงานยังไม่ต้องตระหนักถึงอันตรายอย่างไรก็ดี

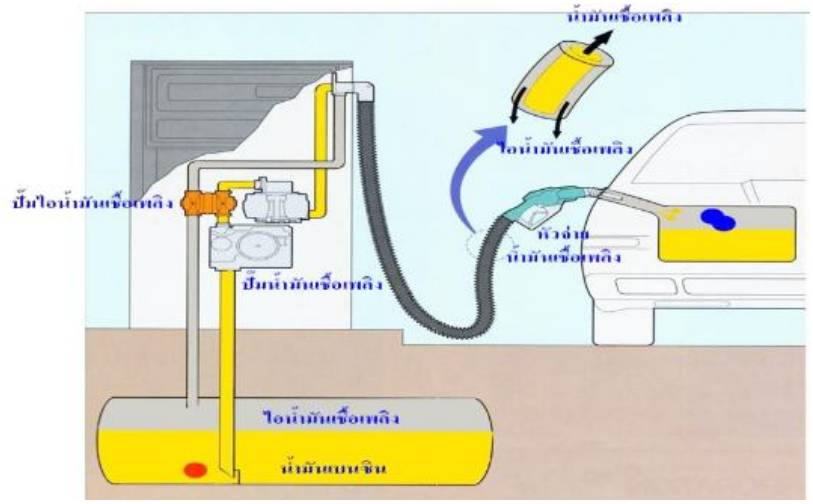
ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อไป

1. ควรเพิ่มจำนวนตำแหน่งเก็บตัวอย่าง และ ระยะทาง เพื่อศึกษาทิศทางการเคลื่อนที่ของไอระเหย
2. ควรเพิ่มจำนวนวันที่ทำการเก็บตัวอย่าง เพื่อใช้เปรียบเทียบกับวันอื่น ๆ
3. ควรเพิ่มจำนวนสถานี เพื่อใช้เปรียบเทียบ ข้อมูลจะได้มีความชัดเจนมากขึ้น
4. ควรจดรายละเอียดในวันเก็บตัวอย่างให้ครบ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
5. ควรเก็บตัวอย่างอากาศในฤดูต่าง ๆ ทุกสถานี เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงสถานีเพื่อช่วยลดสารอินทรีย์ระเหยในอากาศ

1. การใช้หัวจ่ายและตู้หัวจ่ายที่สามารถป้องกันไอน้ำมันออกสู่บรรยากาศ

ควรใช้หัวจ่าย และตู้หัวจ่าย ที่มีระบบอุปกรณ์ดูดกลับของไอระเหยน้ำมันกลับไปยังถังเก็บน้ำมันใต้ดิน โดยที่ตำเหน่งหัวจ่ายจะมีกระบอกที่ต่อท่อกับปั๊มดูดไอระเหยน้ำมันเชื้อเพลิงดังแสดงภาพประกอบ 37 เพื่อควบคุมแหล่งกำเนิดของไอระเหยน้ำมัน



ภาพประกอบ 37 ตำเหน่งหัวจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง
(สำนักชั่งตวงวัด กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์ เอกสารออนไลน์)

2. การวางผังโครงสร้างของสถานี

สถานีควรตั้งอยู่ในที่โล่ง โดยบริเวณรอบข้างของสถานีไม่ควรมีอาคารติดกับสถานี เนื่องจากจะส่งผลต่อทิศทางลมที่จะพัดเข้าสู้สถานี จะส่งผลทำให้การกระจายตัวของสารอินทรีย์ระเหยกระจายตัวได้เพียงเล็กน้อย ควรจัดรูปแบบสถานีให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก เพื่อให้สารอินทรีย์ระเหยถูกเจือจางได้สะดวกด้วยลมที่สามารถพัดผ่านสถานีได้ ทิศที่ไม่ควรสร้างอาคารคือ ทิศเหนือ ทิศใต้ และ ทิศตะวันออก

Mahasarakham University

การเติมน้ำมันลงถังเก็บน้ำมันสำรองใต้ดิน ควรใช้ความระวังในการเปิดและปิดฝารถลงน้ำมันและการยกสายลงน้ำมัน อยากให้มีการหยดเละหกลงพื้น และหลังจากการลงน้ำมันควรมีการทำความสะอาดที่ฝาและพื้นให้สะอาด

แหล่งกำเนิดอื่นของไอสารอินทรีย์ระเหย เช่น ศูนย์ล้างรถ เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง ควรจะมีการทำความสะอาดทุกวัน ทั้งคราบน้ำมันที่เกิดจากการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง และ เศษดินที่เกิดจากการล้างรถ

3. ตำแหน่งที่ตั้งของสถานี

โดยสร้างสถานีควรสร้างให้อยู่ห่างจากเขตชุมชนประมาณ 50 เมตร หากหลีกเหลี่ยงไม่ได้ทิศที่สร้างได้คือทิศตะวันตก เป็นทิศที่สารอินทรีย์ระเหยกระจายตัวไปได้น้อยที่สุดจึงสามารถช่วยลดผลกระทบต่อในชุมชน

ข้อเสนอแนะในป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพของพนักงาน

1. เจ้าของสถานีควรจัดหาเครื่องป้องกันและสิ่งอำนวยความปลอดภัยให้กับพนักงาน

1.1 ควรใช้หน้ากากที่ทำจากวัสดุประเภทที่มีผงถ่านคาร์บอนติดอยู่ด้วย จะช่วยป้องกันไอระเหยของสารตัวทำลาย มีสายรัดศีรษะ เหมาะกับงานไอระเหย

1.2 ควรหาที่พักที่ห่างออกจากแหล่งกำเนิดในขณะรอทำงาน เพื่อป้องกันการสูดดมมลพิษเข้าสู่ร่างกาย ควรทำโต๊ะที่สามารถเคลื่อนที่ได้เพื่อการเคลื่อนย้ายในแต่ละช่วงของการทำงาน

2. พนักงานบริการในสถานีควรปฏิบัติตนดังนี้

2.1 ควรมีความตั้งใจ และ มีสมาธิ ในการเติม ระมัดระวังไม่ให้น้ำมันหกลงพื้น เมื่อเติมเสร็จควรจับหัวจ่ายหงายขึ้นเพื่อป้องกันการหกหรือหยดของน้ำมันที่ยังค้างอยู่ที่หัวจ่าย

2.2 ถ้ามีน้ำมันหกลงพื้น ควรนำทราย หรือ น้ำยามาทำความสะอาดโดยเร็ว เพื่อลดแหล่งกำเนิดของสารอินทรีย์ระเหย

2.3 ทำความสะอาดร่างกายและเสื้อผ้าทุกครั้ง และล้างมือทุกครั้งก่อนรับประทานอาหาร

2.4 ควรมีการทำความสะอาดสถานี เพื่อกำจัดคราบน้ำมันที่อยู่บนพื้นของสถานี และบริเวณรอบ ๆ ของสถานี ดังผลของการเก็บตัวอย่างให้ฤดูฝนจะเห็นได้ว่าค่าความเข้มข้นลดลงกว่าฤดูอื่น เพราะก่อนการเก็บตัวอย่าง 1-2 วัน มีฝนตกลงมาทำให้เกิดการชะล้างบริเวณของสถานี

Mahasarakham University

เอกสารอ้างอิง

Mahasarakham University

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. (2556). *สถานการณ์การใช้น้ำมันและไฟฟ้าเดือนมกราคม*. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงานศูนย์พยากรณ์และสารสนเทศพลังงาน.

ไพลิน ทวีวงษ์, ศิริมา ปัญญาเมธีกุล และทรรศนีย์ พฤกษาสิทธิ์. (2010). *การประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย ของพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ในเขตกรุงเทพมหานคร*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เจริญศรี กี้ประเสริฐทรัพย์. (2005). *ประเมินความเสี่ยงอันตรายจากสาร Methyl Tertiary Butyl Ether (MTBE) ในน้ำมันเบนซิน ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.

นิลุบล เล็กเจริญกุล. (2006). *รูปแบบการประมาณค่าการสัมผัสสาร Benzene และ Toluene ของพนักงานที่ให้บริการเติมน้ำมัน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมสุขอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

กรมควบคุมมลพิษ สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. (2556). *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs)*. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

บริษัท เอ็นพีซี เซฟตี้ แอนด์ เอ็นไวรอนเมททอล เซอร์วิส. (2556). *เอกสารความปลอดภัยในการทำงาน*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.npc-se.co.th/pdf/VOCs.pdf. [สืบค้นเมื่อวันที่ 13 สิงหาคม 2556].

ชมรมอาชีวอนามัยและความปลอดภัย. (2551). *หน่วยที่ 8 การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างสารเคมี*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สิริพร กมลธรรม. (2556). *สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยอวกาศ และภูมิสาร เชียงใหม่*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http : // www.chiangmaipoc.net / 4 _ download / MANUAL – GIS - ARCVIEW.pdf. [สืบค้นเมื่อวันที่ 13 สิงหาคม 2556].

Isabel, M. et al. (2010). *Assessing the Impact of Petrol Stationson their Immediate Surroundings*.Department of Chemical Engineering. Spain: University of Murcia.

Spyros, P. et al. (2007). *Assessment and Prediction of Exposure to Benzene of Filling Station Employees*. Greece: University of Ioannina.

Mariella, Carrieri et al. (2005). *Comparison of Exposure Assessment Methods in Occupational Exposure to Benzene in Gasoline Filling - Station Attendants*. Department of Environmental Medicine and Public Health. Italy: University of Padova.

US Environmental Protection Agency. (US EPA 2013). *Integrated Risk Information System (IRIS)*. [online]. Available from: http://www.epa.gov/IRIS/ [accessed 15 August 2014].

US EPA Environmental Protection Agency. (US EPA 1997). *Expo – sure Factors Handbook*. Available from: http : // www.epa.gov / ncea / eth [accessed 15 August 2014].

Mahasarakham University

US EPA Environmental Protection Agency (US EPA). (2007). *Inte – grated Risk Information System (IRIS)*. Available from: http://cfpub.epa.gov / ncea / iris / index.cfm [accessed 15 August 2014].

ภาคผนวก

Mahasarakham University

ภาคผนวก ก
ข้อมูลความเข้มข้นฤดูหนาวทั้ง 3 สถานี

Mahasarakham University

ตาราง 27 อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด หน้าหนาว

ตัวอย่างอากาศ	F3326 หลังซ้าย	F3327 หลังกลาง	F3320 หลังกลาง2	F3322 หลังขวา	F3324 กลางขวา
flow	0.198	0.2	0.21	0.22	0.23
Benzene	2394567	2584482	1501230	1040556	1501230
Toluene	299051	200403	406002	98124	239542
ethyl benzene	49499	62238	127636	21662	73382
m,p- Xylene	25732	64924	89570	14192	66510
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)
Benzene	23.27487	25.17402	14.3415	9.73476	14.3415
Toluene	2.392408	1.603224	3.248016	0.784992	1.916336
ethyl benzene	0.346493	0.435666	0.893452	0.151634	0.513674
m,p- Xylene	0.231588	0.584316	0.80613	0.127728	0.59859
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)
Volume	0.09504	0.096	0.1008	0.1056	0.1104
Benzene	245	262	142	92.2	130
Toluene	25.2	16.7	32.2	7.43	17.4
ethyl benzene	3.65	4.54	8.86	1.44	4.65
m,p- Xylene	2.44	6.09	8.00	1.21	5.42

Mahasarakham University

ตาราง 27 (ต่อ)

ตัวอย่างอากาศ	F3325 กลางปั้ม 2 ขวา	F3350 หน้าขวา	F3435 กลางถนน	F 3437 กลางถนน	
flow	0.21	0.198	0.22	0.22	
Benzene	1037852	1887844	2536443	889459	
Toluene	293272	223158	547817	118774	
ethyl benzene	87975	69273	113522	41331	
m,p- Xylene	94353	58055	95746	68332	
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	
Benzene	9.70772	18.20764	24.69363	8.22379	
Toluene	2.346176	1.785264	4.382536	0.950192	
ethyl benzene	0.615825	0.484911	0.794654	0.289317	
m,p- Xylene	0.849177	0.522495	0.861714	0.614988	
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)
Volume	0.1008	0.09504	0.1056	0.1056	
Benzene	96	192	234	77.9	156
Toluene	23.3	18.8	41.5	9.00	25.2
ethyl benzene	6.11	5.10	7.53	2.74	5.13
m,p- Xylene	8.42	5.50	8.16	5.82	6.99

Mahasarakham University

ตาราง 27 (ต่อ)

ตัวอย่างอากาศ	F8888 หน้ากลาง	F3355 หัวจ่าย	F3328 หน้าซ้าย	F3321 กลางซ้าย	F8886 กลางซ้าย 2	F3319 กลางปั้ม
flow	0.199	0.21	0.199	0.23	0.21	0.198
Benzene	251624	2006449	1174766	1329387	1501230	2437167
Toluene	79014	292290	170056	345494	119097	343898
ethyl benzene	30851	67693	53526	48286	49190	42706
m,p- Xylene	30273	70971	58256	58950	49094	42765
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)
Benzene	1.84544	19.39369	11.07686	12.62307	14.3415	23.70087
Toluene	0.632112	2.33832	1.360448	2.763952	0.952776	2.751184
ethyl benzene	0.215957	0.473851	0.374682	0.338002	0.34433	0.298942
m,p- Xylene	0.272457	0.638739	0.524304	0.53055	0.441846	0.384885
Volume	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)
Benzene	0.09504	0.09552	0.1008	0.09552	0.1104	0.1008
Toluene	19.4	203	110	132	130	235
ethyl benzene	6.65	24.5	13.5	28.9	8.63	27.3
m,p- Xylene	2.27	4.96	3.72	3.54	3.12	2.97

Mahasarakham University

ตาราง 28 อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ หน้าหนาว

ตัวอย่างอากาศ	F 9235 หลังขวา	R8884 กลางหลัง	F9239 กลางหลัง 2	F8829 หลังซ้าย	F9231 หน้าซ้าย3	F9237 จุดเติมน้ำมัน
flow	0.199	0.21	0.198	0.199	0.22	0.23
Benzene	1656706	1769068	2641003	2264653	1032498	4332157
Toluene	44471	30333	88226	159198	21210	351794
ethyl benzene	16640	64031	32971	44537	13007	69865
m,p- Xylene	13775	0	32443	43317	9029	49254
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)
Benzene	15.90	17.02	25.74	21.98	9.65	42.65
Toluene	0.36	0.24	0.71	1.27	0.17	2.81
ethyl benzene	0.12	0.45	0.23	0.31	0.09	0.49
m,p- Xylene	0.12	0.00	0.29	0.39	0.08	0.44
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)
Volume	0.09552	0.1008	0.09504	0.09552	0.1056	0.1104
Benzene	166	169	271	230	91.4	386
Toluene	3.72	2.41	7.43	13.3	1.61	25.5
ethyl benzene	1.22	4.45	2.43	3.26	0.86	4.43
m,p- Xylene	1.30	0.006	3.07	4.08	0.77	4.02

Mahasarakham University

ตาราง 28 (ต่อ)

ตัวอย่างอากาศ	F2560 แถว2หน้า จุดเติมน้ำมัน	F9233 หน้าซ้ายแถว 2	F9238 หน้าซ้าย	F9232 หน้ากลาง	F9240 หน้าขวา	F1365 หน้าขวาแถว 2
flow	0.198	0.21	0.198	0.199	0.22	0.21
Benzene	2921694	2893155	2456689	1774694	1835838	1347380
Toluene	3647337	567387	407498	249204	191087	102160
ethyl benzene	270337	326212	90142	80489	32610	47758
m,p- Xylene	571757	545263	105125	95087	15101	68932
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)
Benzene	28.55	28.26	23.90	17.08	17.69	12.80
Toluene	29.18	4.54	3.26	1.99	1.53	0.82
ethyl benzene	1.89	2.28	0.63	0.56	0.23	0.33
m,p- Xylene	5.15	4.91	0.95	0.86	0.14	0.62
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)
Volume	0.09504	0.1008	0.09504	0.09552	0.1056	0.1008
Benzene	300	280	251	179	167	127
Toluene	307	45.0	34.3	20.9	14.5	8.11
ethyl benzene	19.91	22.65	6.64	5.90	2.16	3.32
m,p- Xylene	54.1	48.7	9.96	8.96	1.29	6.15

Mahasarakham University

ตาราง 28 (ต่อ)

ตัวอย่างอากาศ	F9231 จุกเติมลม	F2564 หัวจ่ายกลาง	F8881 หัวจ่ายกลาง		F3485 หัวจ่ายกลาง2	F3487 กลางถนน	F3481 กลางถนน	
flow	0.2	0.199	0.23		0.198	0.22	0.22	
Benzene	3271428	1463611	931750		2183778	2778182	1160697	
Toluene	1238078	1526106	141585		1569508	296684	268558	
ethyl benzene	1150130	97691	24932		84911	31441	55925	
m,p- Xylene	1001966	194752	26485		179132	29640	75028	
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)		Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	
Benzene	32.04	13.97	8.65		21.2	27.1	10.9	
Toluene	9.90	12.21	1.13		12.6	2.4	2.1	
ethyl benzene	8.05	0.68	0.17		0.6	0.2	0.4	
m,p- Xylene	9.02	1.75	0.24		1.6	0.3	0.7	
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	เฉลี่ย จุด 16	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	เฉลี่ย จุด 11
Volume	0.096	0.09552	0.1104		0.09504	0.1056	0.1056	
Benzene	334	146	78	146	223	257	104	180
Toluene	103	128	10	128	132	22.5	20.3	21.4
ethyl benzene	83.86	7.16	1.58	7.16	6.25	2.08	3.71	2.90
m,p- Xylene	93.9	18.3	2.2	18	17.0	2.53	6.39	4.46

Mahasarakham University

ตาราง 29 อำเภอจัตุรพิมาน จังหวัดร้อยเอ็ด หน้าหนาว

ตัวอย่างอากาศ	F2561 หน้าขวา	F2566 แถวที่2 หน้า 7-11	F3482 หน้าปึง	F3486 แถวที่ 2 ขวา	F3488 หน้าร้านกาแฟ	F3480 กลางหลัง
flow	0.2	0.198	0.23	0.23	0.198	0.21
Benzene	1753658	868999	1317124	1036771	1356671	907458
Toluene	2279864	153077	192520	1361432	0	165973
ethyl benzene	55714	37292	11066	40036	1059	48309
m,p- Xylene	57087	32845	12712	39617	7982	66629
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)
Benzene	17.54	8.69	13.17	10.37	13.57	9.07
Toluene	18.24	1.22	1.54	10.89	0.00	1.33
ethyl benzene	0.39	0.26	0.08	0.28	0.01	0.34
m,p- Xylene	0.51	0.30	0.11	0.36	0.07	0.60
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)
Volume	0.096	0.09504	0.1104	0.1104	0.09504	0.1008
Benzene	183	91.4	119	93.9	143	90.0
Toluene	190	12.9	14.0	98.7	0.008	13.2
ethyl benzene	4.06	2.75	0.70	2.54	0.08	3.35
m,p- Xylene	5.35	3.11	1.04	3.23	0.76	5.95

Mahasarakham University

ตาราง 29 (ต่อ)

ตัวอย่างอากาศ	F2565	R3483แถว2ทางเข้าล้างอัดฉีด	F9236 สำนักงาน	F2567 แถวที่2 ทางซ้าย	R3489 จุดเติมน้ำมัน	F3484 หน้าซ้าย
flow	0.21	0.23	0.199	0.21	0.21	0.198
Benzene	1470705	1752710	1780325	707949	804054	350466
Toluene	153570	135219	0	51989	112365	65162
ethyl benzene	48309	8831	54258	14235	40495	6112
m,p- Xylene	66629	8285	52039	0	25539	0
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)
Benzene	14.70705	17.5271	17.80325	7.07949	8.04054	3.50466
Toluene	1.22856	1.081752	0	0.415912	0.89892	0.521296
ethyl benzene	0.338163	0.061817	0.379806	0.099645	0.283465	0.042784
m,p- Xylene	0.599661	0.074565	0.468351	0	0.229851	0
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)
Volume	0.1008	0.1104	0.09552	0.1008	0.1008	0.09504
Benzene	146	159	186	70.2	80	36.88
Toluene	12.2	9.80	0.008	4.13	8.92	5.49
ethyl benzene	3.35	0.56	3.98	0.99	2.81	0.45
m,p- Xylene	5.95	0.68	4.90	0.006	2.28	0.006

Mahasarakham University

ตาราง 29 (ต่อ)

ตัวอย่างอากาศ	R8883 กลางถนน	F2569 กลางหน้า	F2565 หัวจ่ายแถวที่ 1	F2568 หัวจ่ายตรงกลาง	F2536 หัวจ่ายแถวที่ 3	
flow	0.199	0.21	0.23	0.22	0.22	
Benzene	353514	992476	1584881	787900	2784321	
Toluene	34707	73451	4292375	1846867	3984358	
ethyl benzene	24027	12962	266772	163095	261183	
m,p- Xylene	23716	21578	716537	384899	695694	
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	
Benzene	3.53514	9.92476	15.84881	7.879	27.84321	
Toluene	0.277656	0.587608	34.339	14.774936	31.874864	
ethyl benzene	0.168189	0.090734	1.867404	1.141665	1.828281	
m,p- Xylene	0.213444	0.194202	6.448833	3.464091	6.261246	
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	
Volume	0.09552	0.1008	0.1104	0.1056	0.1056	
Benzene	37.0	98.46	143.56	74.61	263.67	
Toluene	2.91	5.83	311.04	139.91	301.85	
ethyl benzene	1.76	0.90	16.91	10.81	17.31	
m,p- Xylene	2.23	1.93	58.41	32.80	59.29	

Mahasarakham University

ภาคผนวก ข
ข้อมูลความเข้มข้นฤดูร้อนทั้ง 2 สถานี

Mahasarakham University

ตาราง 30 อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด หน้าร้อน

ตัวอย่างอากาศ	F3159 หลังซ้าย	F3158 หลังกลาง	F3154 หลังกลาง2	F3160 หลังขวา	F3157 กลางขวา	F3156 กลางปั้ม 2 ขวา
flow	0.17	0.15	0.18	0.17	0.16	0.17
Benzene	5706177	5092758	4231059	3932137	4898279	3819668
Toluene	115834	266875	105158	16764	44496	20135
ethyl benzene	0	0	0	0	0	0
m,p- Xylene	0	0	0	0	0	0
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)
Benzene	114	102	85	79	98	76
Toluene	5.79	13.34	5.26	0.84	2.22	1.01
ethyl benzene	0	0	0	0	0	0
m,p- Xylene	0	0	0	0	0	0
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)
Volume	0.0714	0.063	0.0756	0.0714	0.0672	0.0714
Benzene	1598	1617	1119	1101	1458	1070
Toluene	81	212	70	11.7	33	14.1
ethyl benzene	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
m,p- Xylene	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006

Mahasarakham University

ตาราง 30 (ต่อ)

ตัวอย่างอากาศ	F1212 หน้าขวา	F4022 หน้ากลาง	F3153 หัวจ่าย	F4020 หน้าซ้าย	F3321 กลางซ้าย	F4886 กลางซ้าย 2
flow	0.17	0.16	0.19	0.17	0.16	0.19
Benzene	4077954	5050059	4311388	4840869	4103768	5063287
Toluene	25322	93307	160754	68313	18087	27423
ethyl benzene	0	0	0	0	0	0
m,p- Xylene	0	0	0	0	0	0
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)
Benzene	82	101	86	97	82	101
Toluene	1.27	4.67	8.04	3.42	0.90	1.37
ethyl benzene	0	0	0	0	0	0
m,p- Xylene	0	0	0	0	0	0
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)
Volume	0.0714	0.0672	0.0798	0.0714	0.0672	0.0798
Benzene	1142	1503	1081	1356	1221	1269
Toluene	18	69	101	48	13.5	17
ethyl benzene	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
m,p- Xylene	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006

Mahasarakham University

ตาราง 30 (ต่อ)

ตัวอย่างอากาศ	F4014 กลางปั้ม	F4019 กลางปั้ม				
flow	0.18	0.19				
Benzene	3925208	5481406				
Toluene	165273	128839				
ethyl benzene	0	0				
m,p- Xylene	0	0				
	Mass. (ug)	Mass. (ug)				
Benzene	79	110				
Toluene	8.26	6.44				
ethyl benzene	0	0				
m,p- Xylene	0	0				
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)				
Volume	0.0756	0.0798				
Benzene	1038	1374	1206			
Toluene	109	81	95			
ethyl benzene	0.017	0.017	0			
m,p- Xylene	0.006	0.006	0			

Mahasarakham University

ตาราง 31 อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ หน้าร้อน

ตัวอย่างอากาศ	F 9037 หลังขวา	F4003 กลางหลัง	F9032 กลางหลัง 2	F9034 หลังซ้าย	F9025 หน้าซ้าย3	F9315 จุดเติมน้ำมัน
flow	0.16	0.15	0.18	0.17	0.16	0.15
Benzene	4287253	4814395	3361483	4840160	4194052	3734887
Toluene	0	0	0	0	356610	162890
ethyl benzene	0	0	0	0	0	0
m,p- Xylene	0	0	0	0	0	0
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)
Benzene	86	96	67	97	84	75
Toluene	0	0	0	0	17.83	8.14
ethyl benzene	0	0	0	0	0	0
m,p- Xylene	0	0	0	0	0	0
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)
Volume	0.0672	0.063	0.0756	0.0714	0.0672	0.063
Benzene	1276	1528	889	1356	1248	1186
Toluene	0.008	0.008	0.008	0.008	265.3	129.3
ethyl benzene	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
m,p- Xylene	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006

Mahasarakham University

ตาราง 31 (ต่อ)

ตัวอย่างอากาศ	F9203 แถว2หน้า จุดเติมน้ำมัน	F9200 หน้าซ้ายแถว 2	F9202 หน้าซ้าย	F9031 หน้ากลาง	F9240 หน้าขวา	F9309 หน้าขวาแถว 2
flow	0.17	0.16	0.16	0.16	0.15	0.18
Benzene	4164351	3401106	4034422	3499886	3607217	3610661
Toluene	380122	0	0	0	0	0
ethyl benzene	0	0	0	0	0	0
m,p- Xylene	0	0	0	0	0	0
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)
Benzene	83	68	81	70	72	72
Toluene	19.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ethyl benzene	0	0	0	0	0	0
m,p- Xylene	0	0	0	0	0	0
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)
Volume	0.0714	0.0672	0.0672	0.0672	0.063	0.0756
Benzene	1166	1012	1201	1042	1145	955
Toluene	266.2	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
ethyl benzene	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
m,p- Xylene	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006

Mahasarakham University

ตาราง 31 (ต่อ)

ตัวอย่างอากาศ	F9231 จุกเติมลม	F9314 หัวจ่ายกลาง	F9316 หัวจ่ายกลาง	เฉลี่ย	F9313 หัวจ่าย กลาง2	F9311 ถังพัก	เฉลี่ย
flow	0.17	0.16	0.16	0.16	0.15	0.18	
Benzene	4411900	3980026	4028671		5460500	5937250	
Toluene	181934	25881	428362		860113	599900	
ethyl benzene	0	0	0		0	0	
m,p- Xylene	0	0	0		0	0	
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	
Benzene	88	80	81		109	119	
Toluene	9.10	1.29	21.42		43.01	30.00	
ethyl benzene	0	0	0		0	0	
m,p- Xylene	0	0	0		0	0	
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	
Volume	0.0714	0.0672	0.063		0.0588	0.0756	
Benzene	1236	1185	1279	1232	1857	1571	1545
Toluene	127.40	19.26	340	180	731	397	536
ethyl benzene	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
m,p- Xylene	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006

Mahasarakham University

ภาคผนวก ค
ข้อมูลความเข้มข้นฤดูฝนทั้ง 2 สถานี

Mahasarakham University

ตาราง 32 อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด หน้าฝน

ตัวอย่างอากาศ	หลังซ้าย	หลังกลาง	หลังกลาง2	หลังขวา	กลางขวา	กลางปั้ม 2 ขวา
flow	0.15	0.14	0.13	0.12	0.13	0.15
Benzene	130290	266853	171128	82461	130726	319017
Toluene	9896	54556	69900	49218	69545	46222
ethyl benzene	0	0	0	0	0	0
m,p- Xylene	0	0	0	0	0	0
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)
Benzene	0.78174	1.601118	1.026768	0.494766	0.784356	1.914102
Toluene	0.059376	0.327336	0.4194	0.295308	0.41727	0.277332
ethyl benzene	0	0	0	0	0	0
m,p- Xylene	0	0	0	0	0	0
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)
Volume	0.063	0.0588	0.0546	0.0504	0.0546	0.063
Benzene	12.41	27	19	10	14	30
Toluene	0.9	5.6	7.7	5.9	7.6	4.4
ethyl benzene	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
m,p- Xylene	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006

Mahasarakham University

ตาราง 32 (ต่อ)

ตัวอย่างอากาศ	หน้าขวา	หน้ากลาง	หน้าซ้าย	กลางซ้าย	กลางซ้าย 2	กลางปั้ม
flow	0.14	0.14	0.13	0.12	0.12	0.14
Benzene	475307	126603	285356	162690	226243	-91402
Toluene	9852	31176	-979	166762	194474	92862
ethyl benzene	0	0	0	3715	3493	1696
m,p- Xylene	0	0	0	11946	12137	3497
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)
Benzene	2.85	0.76	1.71	0.98	1.36	-0.55
Toluene	0.06	0.19	-0.01	1.00	1.17	0.56
ethyl benzene	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01
m,p- Xylene	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07	0.02
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)
Volume	0.0588	0.0588	0.0546	0.0504	0.0504	0.0588
Benzene	49	13	31	19	27	-9
Toluene	1.0	3.2	-0.1	19.9	23.2	9.5
ethyl benzene	0.17	0.17	0.17	0.44	0.42	0.17
m,p- Xylene	0.006	0.006	0.006	1.42	1.44	0.36

Mahasarakham University

ตาราง 32 (ต่อ)

ตัวอย่างอากาศ	กลางปั้ม		หัวจ่าย			
flow	0.14		0.14			
Benzene	408598		42840			
Toluene	82863		622109			
ethyl benzene	2669		23435			
m,p- Xylene	4597		86838			
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)			
Benzene	2.45		0.26			
Toluene	0.50		3.73			
ethyl benzene	0.02		0.14			
m,p- Xylene	0.03		0.52			
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)			
Volume	41.7	16.2	4.4	-14.7		
Benzene	8.5	9.0	63.5	54.0		
Toluene	0.3	0.2	2.4	7.5		
ethyl benzene	0.5	0.4	8.9	8.9		
m,p- Xylene	41.7	16.2	4.4	-14.7		

Mahasarakham University

ตาราง 33 อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ หน้าฝน

ตัวอย่างอากาศ	หลังขวา	กลางหลัง	กลางหลัง 2	หลังซ้าย	หน้าซ้าย 3	จุดเติมน้ำมัน
flow	0.15	0.14	0.13	0.12	0.13	0.15
Benzene	414332	266252	460176	-349365	18279	166822
Toluene	42622	424541	84105	61702	26018	496723
ethyl benzene	0	8005	2732	0	0	116608
m,p- Xylene	0	3510	4712	0	0	441218
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)
Benzene	2.49	1.60	2.76	-2.10	0.11	1.00
Toluene	0.26	2.55	0.50	0.37	0.16	2.98
ethyl benzene	0.00	0.05	0.02	0.00	0.00	0.70
m,p- Xylene	6.00	6.00	0.00	6.00	6.00	0.00
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)
Volume	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06
Benzene	39.4	27.1	50.57	0.03	2.01	15.8
Toluene	4.06	43.3	9.24	7.35	2.86	47.3
ethyl benzene	0.01	0.82	0.30	0.01	0.01	11.11
m,p- Xylene	95.2	102	0.01	119	109	0.01

Mahasarakham University

ตาราง 33 (ต่อ)

ตัวอย่างอากาศ	แถว2 หน้าจุดเติมน้ำมัน	หน้าซ้ายแถว 2	หน้าซ้าย	หน้ากลาง	หน้าขวา	หน้าขวาแถว 2
flow	0.14	0.14	0.13	0.12	0.12	0.14
Benzene	276384	-320750	15208	-119314	-171690	178112
Toluene	648250	44458	62742	34333	26332	35398
ethyl benzene	14847	0	0	0	0	0
m,p- Xylene	61498	0	0	0	0	0
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)
Benzene	1.66	-1.92	0.09	-0.72	-1.03	1.07
Toluene	3.89	0.27	0.38	0.21	0.16	0.21
ethyl benzene	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
m,p- Xylene	0.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)
Volume	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Benzene	28.2	0.0	1.7	0.0	0.0	18.2
Toluene	66.1	4.5	6.9	4.1	3.1	3.6
ethyl benzene	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
m,p- Xylene	0.0	102.0	109.9	119.0	119.0	102.0

Mahasarakham University

ตาราง 33 (ต่อ)

ตัวอย่างอากาศ	จุกเติมลม	หัวจ่ายกลาง	หัวจ่ายกลาง		หัวจ่าย กลาง2	
flow	0.14	0.12	0.13		0.15	
Benzene	-92600	558787	-29140		775301	
Toluene	50341	218723	561775		259630	
ethyl benzene	0	98484	18243		11818	
m,p- Xylene	0	407438	67351		455420	
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	
Benzene	-0.56	3.35	-0.17		3.720106	
Toluene	0.30	1.31	3.37		0.99508	
ethyl benzene	0.00	0.59	0.11		-0.17669	
m,p- Xylene	6.00	0.00	0.00		-0.132	
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	
Volume	0.06	0.05	0.05		0.063	
Benzene	0.03	66.52	0.03	33.28	59.0493	
Toluene	5.14	26.04	61.73	43.89	15.79492	
ethyl benzene	0.01	11.72	2.00	6.86	0.013	
m,p- Xylene	102.04	0.00	0.00	0.01	0.006	

Mahasarakham University

ภาคผนวก ง
ข้อมูลความเข้มข้นเทศกาล สงการณ์ และปีใหม่

Mahasarakham University

ตาราง 34 สงการณ์ อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์

ตัวอย่างอากาศ	F 9037 หลังขวา	F9207 กลางหลัง	F9032 กลางหลัง 2	F9034 หลังซ้าย	F9025 หน้าซ้าย3	F9315 จุดเติมน้ำมัน
flow	0.16	0.15	0.18	0.17	0.16	0.15
Benzene	3562400	3566422	4348432	3798878	3701424	2913913
Toluene	40262	42676	104647	63722	150226	144799
ethyl benzene	0	0	0	0	0	0
m,p- Xylene	0	0	0	0	0	0
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)
Benzene	71.25	71.33	86.97	75.98	74.03	58.28
Toluene	2.01	2.13	5.23	3.19	7.51	7.24
ethyl benzene	0	0	0	0	0	0
m,p- Xylene	0	0	0	0	0	0
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)
Volume	0.0768	0.072	0.0864	0.0816	0.0768	0.072
Benzene	928	991	1007	931	964	809
Toluene	26.21	29.64	60.56	39.05	97.80	100.6
ethyl benzene	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
m,p- Xylene	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006

Mahasarakham University

ตาราง 34 (ต่อ)

ตัวอย่างอากาศ	F9203 แถว2หน้า จุดเติมน้ำมัน	F9200 หน้าซ้ายแถว 2	F9202 หน้าซ้าย	F9031 หน้ากลาง	F9240 หน้าขวา	F9309 หน้าขวาแถว 2
flow	0.17	0.16	0.16	0.16	0.15	0.18
Benzene	4348782	3319645	3242960	3499830	3607241	3610631
Toluene	204647	74359	72768	63730	51178	29280
ethyl benzene	0	0	0	0	0	0
m,p- Xylene	0	0	0	0	0	0
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)
Benzene	86.98	66.39	64.86	70.00	72.14	72.21
Toluene	10.23	3.72	3.64	3.19	2.56	1.46
ethyl benzene	0	0	0	0	0	0
m,p- Xylene	0	0	0	0	0	0
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)
Volume	0.0816	0.0768	0.0768	0.0768	0.072	0.0864
Benzene	1066	864	845	911	1002	836
Toluene	125.40	48.41	47.38	41.49	35.54	16.94
ethyl benzene	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
m,p- Xylene	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006

Mahasarakham University

ตาราง 34 (ต่อ)

ตัวอย่างอากาศ	F9231 จุกเติมลม	F9314 หัวจ่ายกลาง	F9316 หัวจ่ายกลาง	เฉลี่ย	F9313 หัวจ่าย กลาง2	F9311 ถังพัก
flow	0.17	0.16	0.15		0.14	0.18
Benzene	3401155	2936898	3322315		3450981	3734590
Toluene	140293	493461	367255		226732	145963
ethyl benzene	0	0	0		0	0
m,p- Xylene	0	0	0		0	0
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)
Benzene	68.02	58.74	66.45		69.02	74.69
Toluene	7.01	24.67	18.36		11.34	7.30
ethyl benzene	0	0	0		0	0
m,p- Xylene	0	0	0		0	0
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)
Volume	0.0816	0.0768	0.072		0.0672	0.0864
Benzene	834	765	923	844	1027	864
Toluene	85.96	321.3	255.0	288	168.7	84.5
ethyl benzene	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
m,p- Xylene	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006

Mahasarakham University

ตาราง 35 ปีใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์

ตัวอย่างอากาศ	F0320	F0424	F0318	F0421	F0423	F6426
flow	0.2	0.19	0.19	0.19	0.19	0.2
Benzene	1196077	2530096	2362303	2639302	614515	2792783
Toluene	-25436	58066	60543	-22163	94134	1895099
ethyl benzene	0	4518	3805	0	14799	165869
m,p- Xylene	0	9044	8585	0	35788	300275
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)
Benzene	8.37	17.71	16.54	18.48	4.30	19.55
Toluene	-0.15	0.35	0.36	-0.13	0.56	11.37
ethyl benzene	0.00	0.03	0.02	0.00	0.09	1.00
m,p- Xylene	0.00	0.05	0.05	0.00	0.21	1.80
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)
Volume	0.096	0.091	0.091	0.0912	0.0912	0.096
Benzene	87.2	194	181	203	47.2	204
Toluene	0.01	3.82	3.98	0.01	6.19	118
ethyl benzene	0.02	0.30	0.25	0.02	0.97	10.4
m,p- Xylene	0.01	0.60	0.56	0.01	2.35	18.8

Mahasarakham University

ตาราง 35 (ต่อ)

ตัวอย่างอากาศ	F1382	F0427	F0303		F0430	F0428
flow	0.19	0.2	0.2	0.2	0.19	0.19
Benzene	2770879.5	581902.5	2236036.5	936424	2403540.5	163870.5
Toluene	569313.5	225222.5	396830.5	138111.5	207685.5	157061.5
ethyl benzene	10197	15314	10146	81441	5630	5972
m,p- Xylene	33312	49482	27426	80682	16933	19770
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)
Benzene	19.40	4.07	15.65	6.55	16.82	1.15
Toluene	3.42	1.35	2.38	0.83	1.25	0.94
ethyl benzene	0.06	0.09	0.06	0.49	0.03	0.04
m,p- Xylene	0.20	0.30	0.16	0.48	0.10	0.12
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)
Volume	0.0912	0.096	0.096	0.096	0.0912	0.0912
Benzene	213	42.4	163	68	184	12.6
Toluene	37.5	14.08	24.8	8.63	13.66	10.33
ethyl benzene	0.67	0.96	0.63	5.09	0.37	0.39
m,p- Xylene	2.19	3.09	1.71	5.04	1.11	1.30

Mahasarakham University

ตาราง 35 (ต่อ)

ตัวอย่างอากาศ	F0317	F0314	F1364			
flow	0.2	0.19	0.2	0.2		
Benzene	472534.5	2606068.5	2662120.5	2622607		
Toluene	429.5	49631.5	1313338.5	270129.5		
ethyl benzene	2581	190772	51464	52035		
m,p- Xylene	4512	0.006	92049	68668.5		
	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)	Mass. (ug)		
Benzene	3.31	18.24	18.63	18.36		
Toluene	0.00	0.30	7.88	1.62		
ethyl benzene	0.02	1.14	0.31	0.31		
m,p- Xylene	0.03	0.00	0.55	0.41		
	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)	Conc (ug/m3)		
Volume	0.096	0.0912	0.096	0.096		
Benzene	34.5	200	194	191		
Toluene	0.01	0.01	82.1	16.9		
ethyl benzene	0.16	12.6	3.22	3.25		
m,p- Xylene	0.28	0.01	5.75	4.29		

Mahasarakham University

ภาคผนวก จ
แบบสอบถาม

Mahasarakham University

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

1. เพศ ( ) 1. ชาย ( ) 2. หญิง
2. อายุ ..... ปี
3. ส่วนสูง ..... เซ็นติเมตร น้ำหนัก.....กิโลกรัม
4. ท่านเรียนจบระดับการศึกษาสูงสุดใด
   ( ) 1. ระดับประถมศึกษา ( ) 2. ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
   ( ) 3. ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ( ) 4. ระดับอนุปริญญา
   ( ) 5. ระดับปริญญาตรีหรือสูงกว่า ( ) 6. ไม่ได้เรียนหนังสือ
   ( ) 7. อื่น ๆ .....
5. ท่านทำงานในสถานีบริการน้ำมันนี้เป็นเวลานาน ..... ปี
6. ท่านทำงานเฉลี่ยวันละ ..... ชั่วโมง
7. ท่านทำงานสัปดาห์ละ ..... วัน
8. ทำงานล่วงเวลาสัปดาห์ละ ..... วัน
9. ท่านสูบบุหรี่ หรือไม่ ( ) 1. ไม่เคย ( ) 2. สูบ เป็นเวลา .....ปี

ตอนที่ 2 ปัญหาด้านสุขภาพ

ช่วง 1 เดือนหลังที่ผ่านมา คุณเคยมีอาการดังต่อไปนี้หรือไม่

10. คุณเคยมีปัญหาเกี่ยวกับโรคหอบหืด ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่
11. คุณเคยมีปัญหาเกี่ยวกับโรคภูมิแพ้ ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่
12. คุณเคยมีปัญหาเกี่ยวกับโรคผิวหนัง ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่
13. คุณเคยมีญาติป่วยเป็นโรคหอบหืด ภูมิแพ้ หรือ ผิวหนัง ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่

ข้อ	ข้อความ	ใช่ บ่อยๆ (ทุกสัปดาห์)	ใช่ (เป็นบางครั้ง)	ไม่ใช่ (ไม่เคยเลย)
14	เหนื่อยล้าผิดปกติ			
15	รู้สึกหนักศีรษะ			
16	ปวดศีรษะ			
17	คลื่นไส้ วิงเวียน			
18	ขาดสมาธิในการทำงาน			
19	เจ็บตา เคืองตา คันตา			
20	ระคาย คัดจมูก น้ำมูกไหล			
21	คอแห้ง เสียงแหบ			
22	ไอ			
23	ผิวแห้ง คันใบหน้าโดยไม่มีผดผื่น			
24	คันหนังศีรษะ หรือ หู			
25	มือแห้ง คัน ผิวหนังมีผื่นแดง			

Mahasarakham University

ตอนที่ 3 ข้อมูลในการทำงาน

26. ท่านใช้เครื่องป้องกันสารระเหยน้ำมัน ขณะทำงานหรือไม่ (ถ้าไม่ใช้ให้ข้ามไปข้อ 14)
( ) ใช้ เป็นประจำ ( ) ใช่ เป็นบ้างครั้ง ( ) ไม่ใช่เลย
27. ถ้าใช้ ชนิดของเครื่องป้องกันที่ใช้คือ
( ) ผ้าปิดจมูก ( ) หน้ากากสำหรับป้องกัน ( ) อื่น ๆ .....
28. เครื่องป้องกันที่ใช้ใครเป็นคนจัดหามาให้
( ) ซื้อมาเอง ( ) สถานี ( ) อื่น ๆ .....
29. ท่านล้างมือก่อนรับประทานอาหาร ทุกครั้งหรือ ไม่
( ) ใช่ ทุกครั้ง ( ) ใช่ บางครั้ง ( ) ไม่เคยเลย
30. ท่านได้ทำความสะอาดชุดที่ใช้งานทุกวันหรือไม่
( ) ใช่ ทุกวัน ( ) ใช่ เป็นบ้างครั้ง ( ) ไม่เคยเลย
31. หากท่านสูบ ท่านสูบในขณะทำงานหรือไม่
( ) ใช่ เป็นประจำ ( ) ใช่ เป็นบ้างครั้ง ( ) ไม่ใช่เลย
32. ท่านมีความระมัดระวังขณะเติมน้ำมันโดยไม่ให้หกลงพื้นหรือไม่
( ) ใช่ เป็นประจำ ( ) ใช่ เป็นบ้างครั้ง ( ) ไม่ใช่เลย
33. ถ้าในการเติมน้ำมันมีการหกลงพื้น ท่านมีการทำความสะอาดหรือไม่
( ) ทำ เป็นประจำ ( ) ทำ เป็นบางครั้ง ( ) ไม่เคย
30. ท่านทำความสะอาดน้ำมันหกลงพื้นอย่างไร
( ) 1 น้ำล้าง
( ) 2 ทรายกลบ
( ) 3 ไม่เคย

ความคิดเห็นและข้อมูลเพิ่มเติมอื่น ๆ

.....

.....

.....

Mahasarakham University

ประวัติย่อผู้วิจัย

Mahasarakham University

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล	นายธีรพงศ์ สายรัตน์
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2533
จังหวัด และประเทศที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2547 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสุรวิทยาคาร จังหวัดสุรินทร์
	พ.ศ. 2550 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสุรวิทยาคาร จังหวัดสุรินทร์
	พ.ศ. 2544 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
	พ.ศ. 2558 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	บ้านเลขที่ 7 หมู่ 8 ตำบลสำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 48160

Mahasarakham University