



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การใช้ CALINE 4 เพื่อทำนายการแพร่กระจายของเบนซีน, โทลูอิน, เอทิลเบนซีน และไซลีน บนถนนพหลโยธินจาก ซอยพหลโยธิน 9 ถึง ซอยพหลโยธิน 15

Using of CALINE 4 Program to Predict Benzene, Toluene, Ethylbenzene and Xylene Dispersion on Phaholyothin Road from Soi Phaholyothin 9 to Soi Phaholyothin 15

นามผู้วิจัย นางสาวพิมลา รัชฎาวรรณพงษ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์สุชาติ เหลืองประเสริฐ, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สัญญา สิริวิทยาปกรณ์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์ชาติ เขียมไชยศรี, D.Eng.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การใช้ CALINE 4 เพื่อทำนายการแพร่กระจายของเบนซีน, โทลูอิน, เอทิลเบนซีน
และไซลีน บนถนนพหลโยธินจาก ซอยพหลโยธิน 9 ถึง ซอยพหลโยธิน 15

Using of CALINE 4 Program to Predict Benzene, Toluene, Ethylbenzene and Xylene
Dispersion on Phaholyothin Road from Soi Phaholyothin 9 to Soi Phaholyothin 15

โดย

นางสาวพิมลา รัชฎาวรรณพงษ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม)

พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พิมลา รัชฎาวรรณพงษ์ 2554: การใช้ CALINE 4 เพื่อทำนายการแพร่กระจายของเบนซีน, โทลูอิน, เอทิลเบนซีน และไซลีน บนถนนพหลโยธินจาก ซอยพหลโยธิน 9 ถึง ซอยพหลโยธิน 15
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชา
วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์สุชาติ เหลืองประเสริฐ, Ph.D.
171 หน้า

สารอินทรีย์ระเหยง่ายเช่น เบนซีน, โทลูอิน, เอทิลเบนซีน และไซลีน เป็นสารมลพิษที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ สารเหล่านี้ส่วนใหญ่ตรวจพบในบริเวณที่มีการจราจรที่หนาแน่น อย่างไรก็ตาม การตรวจวัดสารเหล่านี้จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง และใช้เวลาในการตรวจวิเคราะห์ผลนาน แบบจำลอง CALINE 4 จึงเป็นหนทางหนึ่งในการลดค่าใช้จ่ายและประหยัดเวลาในการตรวจวิเคราะห์ โดยการทำนายปริมาณความเข้มข้นของสารเบนซีน, โทลูอิน, เอทิลเบนซีน และไซลีน ก่อนที่จะนำไปตรวจวัดจริง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในการใช้แบบจำลอง CALINE4 เพื่อทำนายการแพร่กระจายของสาร BTEX และนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับผลการตรวจวัดจริงในภาคสนาม บริเวณแยกสะพานควาย ในการเปรียบเทียบผลใช้วิธี Paired-Sample T-Test และการประเมินความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดมะเร็งและเป็นอันตรายต่อสุขภาพจากการนำเอาสาร BTEX เข้าสู่ร่างกายทางการหายใจ

ทำการเปรียบเทียบผลจากการตรวจวัด และการทำนายโดยใช้ CALINE4 พบว่า ความเข้มข้นสาร BTEX มีค่าไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยพบว่าความเข้มข้นของสาร BTEX ที่ได้จากการตรวจวัด และการทำนายมีค่าสูงสุดในเดือนเมษายนมีค่าเฉลี่ยเป็น $9.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $2.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $0.031 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และ $0.066 \mu\text{g}/\text{m}^3$; $6.07 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $2.28 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $0.025 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และ $0.058 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามลำดับ

ประเมินความเสี่ยงจากค่าความเข้มข้นจากการตรวจวัดจริง และจากการทำนายด้วยแบบจำลอง CALINE4 พบว่ามีค่าความเสี่ยงสูง ในจุดตรวจวัดที่ 1 และ 4 (ฝั่งถนนขาเข้ากรุงเทพฯ) คือมีค่าความเสี่ยงระหว่าง 9×10^{-7} - 2.2×10^{-6} ซึ่งมีค่าสูงกว่าในฝั่งขาออกจากกรุงเทพฯ คือจุดตรวจวัดที่ 2 และ 3 มีค่าความเสี่ยงระหว่าง 7×10^{-7} - 1.7×10^{-6} โดยบริเวณฝั่งขาออกจากกรุงเทพฯ เป็นบริเวณที่มีการจราจรน้อยกว่า ดังนั้นปริมาณยานพาหนะในบริเวณใกล้เคียง จะมีผลต่อค่าความเสี่ยงในบริเวณริมถนน อย่างไรก็ตามการได้รับไอระเหยของสาร BTEX ของบริเวณนี้ในระยะเวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมง มีค่าดัชนีความเสี่ยงไม่เกิน 1 ถือว่ามีค่าความเสี่ยงต่อสุขภาพที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานของ US.EPA.

ลายมือชื่อนิติ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Pimla Raddawannapong 2011: Using of CALINE 4 Program to Predict Benzene, Toluene, Ethylbenzene and Xylene Dispersion on Phaholyothin Road from Soi Phaholyothin 9 to Soi Phaholyothin 15. Master of Engineering (Environmental Engineering), Major Field: Environmental Engineering, Department of Environmental Engineering. Thesis Advisor: Mr. Suchart Leungprasert, Ph.D. 171 pages.

Volatile organic compounds (such as Benzene, Toluene, Ethylbenzene and Xylene: BTEX), is an air pollution that can be harmful to people health. Most of them are founded in the place where caused a traffic congestion. However, the price of the substance measurement cost too high and the examination procedure may last for a long time. CABLIN 4 program can be the alternative to reduce the expenses and to save the analytical examination time by predicting the intensity of Benzene, Toluene, Ethylbenzene and Xylene. Thus, this research was conducted to estimate the dispersion of BTEX by using the CALINE 4 program. We compared the collected results with the field results at Saphan Khwai intersection by using the Paired-Sample T-Test method, which is including risk assessment for respiratory tract infections for human health by exposure of the carcinogenic and hazardous Volatile organic compounds (BTEX).

After the comparative measurements and prediction by using CALINE4, we found that the concentration of BTEX compounds were not significantly different at the significant level 0.05. The average measurement and prediction of the concentration of BTEX compounds in April was $9.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $2.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $0.031 \mu\text{g}/\text{m}^3$, and $0.066 \mu\text{g}/\text{m}^3$; $6.07 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $2.28 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $0.025 \mu\text{g}/\text{m}^3$ and $0.058 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively.

The risk assessment from the concentrations of CALINE4 observed and model CALINE4 found that the receptor 1 and the receptor 4 (the entrance of Bangkok) had higher cancer risk (9×10^{-7} - 2.2×10^{-6}) compared with the receptor 2 and the receptor 3 which the ranks are between 7×10^{-7} - 1.7×10^{-6} . So the Cancer Risk based on the volume of vehicles on the road. However, to receive the BTEX vapor in the observed area at least a hour is acceptable according to US.EPA Standard.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สุชาติ เหลืองประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผศ. ดร. สัญญา สิริวิทยาปกรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รศ. ดร.วินัย เลียงเจริญสิทธิ์ ประธานในการสอบ และ ผศ. ดร. ชลอ จารุสุทธีรักษ์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาให้โอกาส และให้คำปรึกษา ตลอดจนตรวจแก้ไข วิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ดร. ไชโย จุ้ยศิริ นักวิชาการสิ่งแวดล้อมปฏิบัติการ และคุณอิทธิพล พ่ออามาตย์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและอนุเคราะห์หนังสืออ้างอิงเพื่องานวิจัย คุณวิริยา ปักษาสุข และเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ที่กรุณาอำนวยความสะดวกเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัยด้วยดีเสมอมา และเจ้าหน้าที่บริการข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยาที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูล

ขอขอบคุณ คุณเสาวลักษณ์ เนาวสาร คุณวรินทร์ บุญยะโรจน์ คุณธรรมศักดิ์ โรจน์วิรุฬห์ คุณจาตุรงค์ ชาญจารุ คุณสุธิดา ที่ปรึกษาพันธุ์ คุณนพรัตน์ พิชณีย์ คุณมณีนรัตน์ เทียมทัน และคุณสุภาภรณ์ พันวิไล ตลอดจนพี่ ๆ เพื่อน ๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ อนุเคราะห์อุปกรณ์ในการทำวิจัย และให้กำลังใจผู้วิจัยตลอดมา

ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการดำเนินงานจนลุล่วง อีกทั้งขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาที่ได้ถ่ายทอดความรู้แก่ผู้วิจัย

สุดท้าย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลในครอบครัวทั้ง บิดา มารดา และพี่น้อง ที่ให้ความช่วยเหลือ การศึกษาและเป็นกำลังใจที่สำคัญอย่างยิ่ง ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใด เนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแต่ครอบครัว ครูบาอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

พิมลา รัชฎาวรรณพงษ์

พฤษภาคม 2554

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(8)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	34
อุปกรณ์	34
วิธีการ	35
ผลและวิจารณ์	41
สรุปและข้อเสนอแนะ	80
สรุป	80
ข้อเสนอแนะ	81
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	82
ภาคผนวก	88
ภาคผนวก ก ตัวอย่างการคำนวณ ภาพจุดตรวจวัด และปริมาณยานพาหนะ	89
ภาคผนวก ข กราฟสารละลาย และผลปริมาณความเข้มข้นของสาร BTEX	98
ภาคผนวก ค ผลทางสถิติ และ OUT PUT SPSS	134
ภาคผนวก ง ผลการประเมินความเสี่ยง	140
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	171

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สารไฮโดรคาร์บอนที่ระเหยจากเครื่องยนต์	6
2	สมบัติทางกายภาพและเคมีของสารอินทรีย์ระเหยกลุ่ม BTEX	7
3	ค่ามาตรฐานสารเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเอทิลเบนซีนในแต่ละประเทศ	9
4	ความเสถียรของบรรยากาศตามแบบ Pasquill-Gifford	18
5	การจำแนกระดับการเป็นสารก่อมะเร็ง	25
6	ผลกระทบ และอันตรายต่อสุขภาพของสาร BTEX	26
7	สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	32
8	ปริมาณความเข้มข้นสารBTEX ในพื้นที่ริมถนน เขตกรุงเทพมหานคร	33
9	ปริมาณการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยง่ายของรถแต่ละชนิด	38
10	ค่าที่ใช้ในการประเมินการได้รับ BTEX และความเสี่ยงทางสุขภาพของผู้ร รถโดยสารประจำทาง	34
ตารางผนวกที่		หน้า
ข1	ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารเบนซีนเดือนเมษายน 2553	101
ข2	ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารเบนซีนเดือนมิถุนายน 2553	102
ข3	ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารเบนซีน เดือนพฤศจิกายน 2553	103
ข4	ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารโทลูอิน เดือนเมษายน 2553	104
ข5	ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารโทลูอิน เดือนมิถุนายน 2553	105
ข6	ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารโทลูอิน เดือนพฤศจิกายน 2553	106
ข7	ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารเอทิลเบนซีน เดือนเมษายน 2553	107
ข8	ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารเอทิลเบนซีน เดือนมิถุนายน 2553	108
ข9	ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารเอทิลเบนซีน เดือนพฤศจิกายน 2553	109
ข10	ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารไซลีน เดือนเมษายน 2553	110
ข11	ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารไซลีน เดือนมิถุนายน 2553	111

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ข12	ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารไซลีนา เดือนพฤศจิกายน 2553	112
ข13	ผลความเข้มข้นของสารเบนซีนจากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนเมษายน	113
ข14	ผลความเข้มข้นของสารโทลูอีน จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนเมษายน	114
ข15	ผลความเข้มข้นของสารเอทิลเบนซีน จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนเมษายน	115
ข16	ผลความเข้มข้นของสารไซลีนา จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนเมษายน	118
ข17	ผลความเข้มข้นของสารเบนซีน จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนมิถุนายน	120
ข18	ผลความเข้มข้นของสารโทลูอีน จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนมิถุนายน	122
ข19	ผลความเข้มข้นของสารเอทิลเบนซีน จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนมิถุนายน	123
ข20	ผลความเข้มข้นของสารไซลีนา จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนมิถุนายน	125
ข21	ผลความเข้มข้นของสารเบนซีน จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนพฤศจิกายน	127
ข22	ผลความเข้มข้นของสารโทลูอีน จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนพฤศจิกายน	129
ข23	ผลความเข้มข้นของสารเอทิลเบนซีน จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนพฤศจิกายน	130

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ข24	ผลความเข้มข้นของสารไซลีลีน จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนพฤศจิกายน	132
ค1	ผลการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างจากโปรแกรม SPSS	138
ค2	ผลการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างจากโปรแกรม SPSS ทั้งหมด	139
ง1	ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงของสารเบนซีน เฉลี่ยรายวันในเดือนเมษายน, มิถุนายน และพฤศจิกายน	141
ง2	ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงของสารโทลูอิน เฉลี่ยรายวัน ในเดือนเมษายน, มิถุนายน และพฤศจิกายน	143
ง3	ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงของสารเอทิลเบนซีน เฉลี่ยรายวันในเดือนเมษายน, มิถุนายน และพฤศจิกายน	145
ง4	ผลการคำนวณค่าดัชนีอันตรายของสารไซลีลีน เฉลี่ยรายวันในเดือนเมษายน, มิถุนายน และพฤศจิกายน	147
ง5	ผลการคำนวณค่าดัชนีอันตรายรวมของสารเบนซีน, โทลูอิน, เอทิลเบนซีน และไซลีลีน เฉลี่ยรายวันในแต่ละเดือน	149
ง6	ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงจากสารเบนซีนของจุดตรวจวัดที่ 1, 2, 3 และ 4	151
ง7	ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงจากสารโทลูอินของจุดตรวจวัดที่ 1, 2, 3 และ 4	153
ง8	ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงจากสารเอทิลเบนซีน ของจุดตรวจวัดที่ 1, 2, 3 และ 4	155
ง9	ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงจากสารไซลีลีน ของจุดตรวจวัดที่ 1, 2, 3 และ 4	157
ง10	ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงที่ใช้ในการทำแผนที่เส้นความเสี่ยงของสารเบนซีน	159
ง11	ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงที่ใช้ในการทำแผนที่เส้นความเสี่ยงของสารโทลูอิน	162
ง12	ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงที่ใช้ในการทำแผนที่เส้นความเสี่ยงของสารเอทิลเบนซีน	165
ง13	ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงที่ใช้ในการทำแผนที่เส้นความเสี่ยงของไซลีลีน	168

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การแพร่กระจายของควันที่โค้งตามแนวลม	11
2	ลักษณะการแพร่กระจายความเข้มข้นของสารมลพิษตามระยะทางที่ห่างจากแหล่งกำเนิด	11
3	แบบจำลองการแพร่กระจายกลุ่มควันแบบ Gaussian	12
4	ลักษณะการนำเข้าข้อมูลในส่วน Job Parameters	14
5	ลักษณะการนำเข้าข้อมูลส่วน Link Geometry และ Receptor Position	15
6	ลักษณะการนำเข้าข้อมูลส่วน Link Activity	16
7	ประเภททิศทางลม	17
8	ลักษณะการนำเข้าข้อมูลส่วน Run Condition	19
9	การแบ่งถนนเป็นช่วงสั้นๆของแบบจำลอง CALINE4	20
10	การแบ่งส่วน(dy) ของช่วงถนน(Segment) ของแบบจำลอง CALINE4	21
11	ขั้นตอนในการวิเคราะห์ความเสี่ยง	23
12	แผนที่จุดตรวจวัดบริเวณแยกสะพานควาย	27
13	กระบวนการดำเนินงานวิจัย	35
14	ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์บริเวณริมถนน	36
15	ปริมาณความเข้มข้นของสาร BTEX จากการตรวจวัดคุณภาพอากาศ	42
16	สัดส่วนร้อยละประเภทของยานพาหนะบนถนนพหลโยธิน บริเวณแยกสะพานควาย	44
17	ผลรวมปริมาณยานพาหนะทั้งหมด	45
18	ยานพาหนะแต่ละชนิดเฉลี่ยรายชั่วโมง	46
19	ผลรวมปริมาณการปลดปล่อยของยานพาหนะบริเวณแยกสะพานควายเฉลี่ยรายชั่วโมง	48
20	ค่าเฉลี่ยผลรวมปัจจัยการปลดปล่อยต่อยานพาหนะ 1 คัน	50
21	ทิศทางลมเฉลี่ยรายเดือน 15 ปีย้อนหลัง เดือนเมษายน	52
22	ทิศทางลมเฉลี่ยรายเดือน 15 ปีย้อนหลัง เดือนมิถุนายน	53
23	ทิศทางลมเฉลี่ยรายเดือน 15 ปีย้อนหลัง เดือนพฤศจิกายน	54

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	ความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมง 15 ปีย้อนหลัง เดือนเมษายน มิถุนายน และ พฤศจิกายน	55
25	อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมง 15 ปีย้อนหลังเดือน เมษายน มิถุนายน และ พฤศจิกายน	56
26	ปริมาณความเข้มข้นของสาร BTEX จากการทำนายด้วยแบบจำลอง CALINE4	57
27	ขีดจำกัดของแบบจำลองด้านความเร็วลม และทิศทางลม	59
28	การแพร่กระจายปริมาณความเข้มข้นของสารเบนซีนเฉลี่ยรายวัน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	61
29	การแพร่กระจายปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอินเฉลี่ยรายวัน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	62
30	การแพร่กระจายปริมาณความเข้มข้นของสารเอทิลเบนซีนเฉลี่ยรายวัน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	63
31	การแพร่กระจายปริมาณความเข้มข้นของสารไซลีนเฉลี่ยรายวัน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	64
32	ปริมาณความเข้มข้นสารเบนซีนจากการตรวจวัดและการทำนายด้วยแบบจำลอง CALINE4	66
33	ปริมาณความเข้มข้นโทลูอินจากการตรวจวัดและการทำนายด้วยแบบจำลอง CALINE4	68
34	ปริมาณความเข้มข้นเอทิลเบนซีนจากการตรวจวัดและการทำนายด้วยแบบจำลอง CALINE4	69
35	ปริมาณความเข้มข้นไซลีนจากการตรวจวัดและการทำนายด้วยแบบจำลอง CALINE4	70
36	ความเสี่ยงที่ได้รับตามระยะเวลาการรับสัมผัส	73
37	ค่าความเสี่ยงจากสารเบนซีน ที่เป็นอันตรายเรื้อรังแบบก่่อมะเร็ง	74
38	ค่าความเสี่ยงจากสารเบนซีน ที่เป็นอันตรายเรื้อรังแบบก่่อมะเร็งแบ่งตามจุดตรวจวัด	75
39	ค่าดัชนีอันตรายของสารเอทิลเบนซีน และไซลีน ที่เป็นอันตรายเรื้อรังแบบไม่ก่่อมะเร็ง	76

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
40	ค่าดัชนีความเสี่ยงรวมของสาร BTEX แบ่งตามจุดตรวจวัด	77
41	ค่าดัชนีความเสี่ยงรวมของสาร BTEX แบ่งตามจุดตรวจวัด	79
ภาพผนวกที่		
ก1	ภาพจุดตรวจวัด	97
ข1	โครมาโทแกรมของสาร BTEX	99
ข2	กราฟสารละลายมาตรฐานเบนซีน	99
ข3	กราฟสารละลายมาตรฐานโทลูอีน	99
ข4	กราฟสารละลายมาตรฐานเอทิลเบนซีน	100
ข5	กราฟสารละลายมาตรฐานไซลีน	100
ค1	ความสัมพัทธ์สาร BTEX เดือนเมษายน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	135
ค2	ความสัมพัทธ์สาร BTEX เดือนมิถุนายน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	136
ค3	ความสัมพัทธ์สาร BTEX เดือนพฤศจิกายน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	137

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

BTEX	=	Benzene , Toluene, Ethylbenzene, Xylene
CALINE 4	=	California LINE Source Dispersion Model
GC/MS	=	Gas Chromatograph Mass spectrometer
HI	=	Hazard Index
HQ	=	Hazard quotient
IRIS	=	Integrated Risk Information System
LOAEL	=	Lowestobserved-adverse-effect level
NIOSH	=	The National Institute for Occupational Safety and Health
NOAEL	=	No-observed-adverse-effect level
R _c	=	Risk cancer
RfDs	=	Reference doses
SF	=	Slope Factor
SPSS	=	Statistical Package for the Social Sciences
US.EPA.	=	United States Environmental Protection Agency
VOCs	=	Volatile Organic Compounds
WRPLOT	=	Wind Rose Plots for Meteorological Data

การใช้ CALINE 4 เพื่อทำนายการแพร่กระจายของเบนซีน, โทลูอีน, เอทิลเบนซีน
และไซลีน บนถนนพหลโยธินจาก ซอยพหลโยธิน 9 ถึง ซอยพหลโยธิน 15

Using of CALINE 4 Program to Predict Benzene, Toluene, Ethylbenzene and
Xylene Dispersion on Phaholyothin Road from Soi Phaholyothin 9
to Soi Phaholyothin 15

คำนำ

ในปัจจุบันแหล่งมลพิษทางอากาศที่สำคัญในเขตเมืองมาจากยานพาหนะ โดยกรมควบคุมมลพิษ (2543) ได้ทำการศึกษาหาปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายในเขตกรุงเทพมหานครพบว่า มีปริมาณการปลดปล่อยจากยานพาหนะร้อยละ 52.2 ของการปลดปล่อยจากแหล่งมลพิษทั้งหมด

สารเบนซีน, โทลูอีน, เอทิลเบนซีน และไซลีน (BTEX) จัดเป็น สารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compound: VOCs) ประเภท อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Aromatic hydrocarbon) ซึ่งเป็นสารที่มีพิษต่อมนุษย์ สัตว์ พืช มักเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง และจากการใช้ยานพาหนะ เป็นต้น(วนิดา, 2551) ดังนั้นบุคคลที่พักอาศัย หรือสัญจรในบริเวณริมถนนจะได้รับสัมผัสสาร BTEX จากการแพร่กระจายบริเวณริมถนนเป็นหลัก ทำให้มีการศึกษาตรวจวัดสาร BTEX ในบริเวณริมถนน เพราะ สาร BTEX ในบริเวณริมถนนมีโอกาสส่งผลกระทบต่อสุขภาพต่อบุคคลที่อาศัยและสัญจรริมถนนแบบเรื้อรัง ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ได้รับสัมผัส

อย่างไรก็ตามการตรวจวัดปริมาณสาร BTEX จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง และใช้เวลานานในการตรวจ ดังนั้นจึงได้มุ่งเน้นการใช้แบบจำลอง CALINE4 (California LINE Source Dispersion Model) ในการทำนายปริมาณสาร BTEX บริเวณริมถนน แบบจำลอง CALINE4 นี้ถูกพัฒนามาจาก California Department of Transportation เพื่อใช้ในการทำนาย ปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดจากยานพาหนะ (Coe *et al.*, 1998)

แยกสะพานควายเป็นสี่แยกหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานครที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของประชากรจำนวนมาก และประสบกับปัญหามลพิษทางอากาศที่เพิ่มมากขึ้นจากการจราจรที่หนาแน่น รวมทั้งสิ่งก่อสร้างบริเวณริมถนนส่งผลให้สาร BTEX มีการกระจายตัวต่ำ และมีปริมาณ

ความเข้มข้นของสารมลพิษดังกล่าวสูงในบริเวณริมถนน ส่งผลให้บุคคลที่อาศัย และสัญจรอยู่ในบริเวณนี้ได้รับผลกระทบเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของสาร BTEX ในบริเวณริมถนนทั้งจากการตรวจวัดจริง และการทำนายจากแบบจำลอง CALINE4 อีกทั้งทำการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของปริมาณความเข้มข้นที่ได้จากทั้งสองวิธี เพื่อใช้ค่าความเข้มข้นที่ได้ดังกล่าวไปประเมินความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสสาร BTEX จากทางเดินหายใจ



วัตถุประสงค์

1. เพื่อทำนายการแพร่กระจายของสาร เบนซีน, โทลูอิน, ไซลีน และเอทิลเบนซีน โดยใช้โปรแกรม CALINE4 บนถนนพหลโยธิน จากห้างสรรพสินค้า ถึง สถานีตำรวจ
2. เพื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นจากการตรวจวัดกับค่าจากการทำนายโดยใช้ Paired T-Test
3. ประเมินความเสี่ยงการได้รับสารอินทรีย์ระเหยง่ายกลุ่ม BTEX ต่อประชาชนบนถนนพหลโยธินจาก ห้างสรรพสินค้า ถึง สถานีตำรวจ

ขอบเขตงานวิจัย

1. ทำการเก็บตัวอย่างบนเวลาแยกสะพานควาย ริมถนนพหลโยธิน จากห้างสรรพสินค้า ถึง สถานีตำรวจ ด้วย Coconut Charco tube และใช้ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาจากกรมอุตุนิยมวิทยา สถานีสนามบินดอนเมือง
2. วิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของ เบนซีน, โทลูอิน, เอทิลเบนซีน และไซลีน ตามวิธีของ NIOSH 1501 ในช่วง เวลาเช้า (07.00-09.00 น.) และเย็น (16.00-19.00 น.) ซึ่งเป็นช่วงเวลาเร่งด่วน
3. ทำนายปริมาณความเข้มข้นของสาร BTEX ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ CALINE 4 เพื่อใช้เปรียบเทียบกับค่าที่ตรวจวัดจริง โดยแบ่งชนิดของยานพาหนะตามค่าปัจจัยการปลดปล่อยของกรมควบคุมมลพิษ
4. คำนวณค่าเฉลี่ย ทิศทาง และความเร็วลมด้วยโปรแกรม Wind Road Plots และเขียนแผนที่เส้นความเข้มข้นด้วย โปรแกรม Wind Road Plots
5. ประเมินความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดมะเร็ง และส่งผลกระทบต่อสุขภาพของบุคคลที่มีความจำเป็นในชีวิตประจำวันที่ต้องรอรถประจำทาง ตามวิธีของ US. EPA.

การตรวจเอกสาร

แหล่งกำเนิดมลพิษที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์

แหล่งกำเนิดมลพิษจากกิจกรรมของมนุษย์แบ่งเป็น 3 แบบคือ แหล่งกำเนิดจากปล่องควัน (Stationary Source) แหล่งกำเนิดที่อยู่ในพื้นที่ (Area Sources) และแหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้ (Mobile Sources) โดยแหล่งกำเนิดประเภทเคลื่อนที่ได้ คือ ยานพาหนะที่ใช้ในการคมนาคม ทางบก ทางน้ำ ทางอากาศ

การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนของเครื่องยนต์ เช่น รถ เรือ เครื่องบิน เป็นแหล่งสารมลพิษที่ทำให้อากาศเสีย เกิดจากการคมนาคมขนส่ง มลพิษที่สำคัญในอากาศ ได้แก่ แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สารตะกั่ว แอลดีไฮด์ สารอินทรีย์ระเหยง่าย เป็นต้น สารมลพิษเหล่านี้เกิดจากการสันดาป (เผาไหม้) ที่ไม่สมบูรณ์ของเครื่องยนต์ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพ (วนิดา, 2551)

สารอินทรีย์ระเหยง่าย

สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compound: VOC) เป็นสารที่ใช้งานอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมและกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ สารดังกล่าวเป็นสาเหตุหนึ่งของมลภาวะด้านต่างๆ ในปัจจุบัน เช่น มลภาวะทางน้ำอากาศ รวมทั้งมลภาวะอากาศภายในอาคาร ทั้งนี้ สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย เมื่อระเหยออกสู่บรรยากาศซึ่งจะสร้างปัญหาแก่ชุมชนรอบบริเวณ เนื่องจากมีความเป็นพิษ กลิ่นและอาจก่อให้เกิดหมอกที่เกิดจากสารเคมีและยังส่งผลกระทบต่อมนุษย์ในด้านสุขภาพ คือ เป็นสารก่อมะเร็ง ส่งผลต่อระบบทางเดินหายใจ เป็นต้น (เกรียงศักดิ์, 2546)

ประเภทคุณสมบัติของสารอินทรีย์ระเหยง่ายจำแนกได้ดังนี้

1. มีจุดเดือดอยู่ระหว่าง 50-100 °C และอยู่ระหว่าง 240-260 °C
2. มีความดันไอมากกว่า 0.14 mm.Hg ที่ 25 °C และความดันไอ 1 atm
3. มีจำนวนคาร์บอน 1 ถึง 12 อะตอม
4. ระเหยกลายเป็นไอ หรือแก๊สได้ง่ายที่อุณหภูมิห้อง และมีสมบัติเป็นตัวทำละลายที่ดี และมีกลิ่นจำเพาะ (นิพนธ์ และคณิตา, 2552)

การระบายมลพิษจากเครื่องยนต์

พลพร (2537) ได้อธิบาย การระบายมลพิษออกจากเครื่องยนต์ประกอบด้วย 3 ระบบ คือ

1. ระบบระเหย คือ ปริมาณเชื้อเพลิงที่ระเหยออกจากถังน้ำมันและคาร์บิวเรเตอร์ การระเหยจะมากขึ้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของบรรยากาศ อุณหภูมิของเครื่องยนต์ และความสามารถในการระเหยของน้ำมันซึ่งอาจเทียบเป็น Reid Vapor Pressure ได้ ถ้า RVP ยิ่งสูงยิ่งระเหยได้ดี การเปิดปิดถังน้ำมันบ่อยจะทำให้ น้ำมันระเหยออกมามากขึ้น โดยเฉพาะขณะเติมน้ำมัน ปริมาณที่ระเหยจะเท่ากับปริมาณน้ำมันที่เติมเข้าไป สำหรับคาร์บิวเรเตอร์นั้น ขณะที่ติดเครื่องอยู่คาร์บิวเรเตอร์จะมีอุณหภูมิเท่ากับบรรยากาศ แต่เมื่อดับเครื่องยนต์ คาร์บิวเรเตอร์จะดูดความร้อนจากเครื่องยนต์ ทำให้ร้อนขึ้น และน้ำมันในคาร์บิวเรเตอร์ก็จะระเหยออกทางช่องคาร์บิว ถ้าเครื่องร้อนมากก็จะระเหยมากขึ้น การระเหยของเชื้อเพลิงทั้งจากถังน้ำมัน และคาร์บิวเรเตอร์ ส่วนใหญ่จะเป็นสารไฮโดรคาร์บอนทั้งหมดซึ่งคิดเทียบกับสารพิษที่ออกจากเครื่องทั้งหมดเป็นประมาณ 20 %

ตารางที่ 1 สารไฮโดรคาร์บอนที่ระเหยจากเครื่องยนต์

สาร	จากถังน้ำมัน g/day	จากคาร์บูวีว g/day
พวกพาราฟิน		
C ₁ -C ₅	17.7	13.1
C ₆ และหนักกว่า	4.5	18.1
พวกโอลฟิน		
C ₂ -C ₄	0.45	0.45
C ₅ และหนักกว่า	5.9	7.26
พวกอะโรมาติก		
อย่างอื่นที่ไม่ใช่เบนซีน	1.36	1.81
เบนซีน	0.9	0.45
รวม	30.81	41.17

ที่มา: พูลพร (2537)

2. ระบบกันอ่าง สารพิษจากกันอ่างเกิดขึ้นจากการรั่วซึมของก๊าซในกระบอกสูบผ่านแหวนและลูกสูบลงมาถึงกันอ่างทั้งในจังหวะอัด และจังหวะกำลัง ซึ่งโดยทั่วไปเรียกว่า Blowby ก๊าซนี้จะประกอบไปด้วยอากาศ (มีไอน้ำอยู่ด้วย) เชื้อเพลิงที่ยังไม่ได้เผาไหม้ และก๊าซต่างๆ จากการเผาไหม้แล้ว ธรรมชาติจะมีก๊าซไฮโดรคาร์บอน และอากาศ 85% และไอเสีย 15% ดังนั้นส่วนใหญ่ของสารพิษนี้จึงเป็น ไฮโดรคาร์บอน

3. ระบบไอเสีย สารพิษจากระบบไอเสียนั้นถือเป็นอันตรายต่อมนุษย์มากที่สุด และเป็นระบบที่ปรับปรุงได้ยากอีกด้วย ไอเสียจากเครื่องยนต์มีปริมาณ 60 % ของสารพิษทั้งหมด สารพิษจากไอเสียประกอบด้วย ไฮโดรคาร์บอนที่ยังไม่ได้เผาไหม้ และไฮโดรคาร์บอนที่เผาไหม้บางส่วน CO SO₂ สารละออง และ NO_x ซึ่งปริมาณของสารต่างๆ เหล่านี้จะมากขึ้นอยู่กับตัวแปรต่างๆ ของเครื่องยนต์

สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายกลุ่ม BTEX

สารอินทรีย์ระเหยง่ายกลุ่ม BTEX ประกอบด้วย เบนซีน, โทลูอิน, เอทิลเบนซีน และไซลีน ซึ่งสารเหล่านี้จัดอยู่ในสารอินทรีย์ระเหยง่ายกลุ่มอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนที่มีผลต่อสุขภาพ และจัดเป็นสารมลพิษทางอากาศอันตรายตาม Hazardous Air Pollutants (HAPs) โดยเฉพาะเบนซีน จัดเป็นสารก่อมะเร็งลำดับ 1 (Carcinogenic class 1) (วนิดา, 2551)

สารเหล่านี้มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม น้ำมันเชื้อเพลิง เมื่อมีการใช้ยานพาหนะ สารเหล่านี้จะออกมาจากท่อไอเสีย และการระเหยของเครื่องยนต์ โดยมีสมบัติทางกายภาพและเคมีดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สมบัติทางกายภาพและเคมีของสารอินทรีย์ระเหยง่ายกลุ่ม BTEX

ชนิดสาร	สูตรเคมี	มวล โมเลกุล (g/gmole)	ค่าการ ละลายน้ำ (mg/l)	ความดัน ไอ (mm.Hg)	ค่า สัมประสิทธิ์ ของ เฮนรี ($m^3\text{-atm/mol}$)	จุด หลอมเหลว ($^{\circ}\text{C}$)	จุด เดือด ($^{\circ}\text{C}$)
Benzene	C_6H_6	78.11	1.75×10^3	80.85	4.84×10^{-3}	5.5	80.1
Toluene	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	92.14	535	21.86	5.72×10^{-3}	-93	110.6
Ethylbenzene	$\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5$	106.18	152	7.08	7.04×10^{-3}	-95	136
Xylene	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$	106.18	198	4.89	6.38×10^{-3}	-25	144

ที่มา: Verchueren (1996); Hunter and Oyama (2000)

สารเบนซีน (Benzene)

กรมควบคุมมลพิษ (2545) ได้รวบรวมข้อมูลเบนซีนไว้ว่าเป็นของเหลวไม่มีสี มีกลิ่นฉุนเฉพาะตัว ระเหยได้ง่าย ติดไฟได้ ละลายในน้ำได้เล็กน้อย เป็นสารที่มีอยู่ในธรรมชาติ โดยเป็นส่วนประกอบของน้ำมันปิโตรเลียม แหล่งปล่อยเบนซีนที่สำคัญ ได้แก่ ไอเสียรถยนต์ เนื่องจากเบนซีน ที่อยู่ในน้ำมันถูกเผาไหม้อย่างไม่สมบูรณ์ในเครื่อง ดังนั้น เบนซีนที่ไม่ถูกเผาไหม้จึงถูกปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมพร้อมไอเสียจากรถยนต์

โทลูอีน (Toluene)

กรมควบคุมมลพิษ (2541ก) ได้รวบรวมข้อมูลของโทลูอีนไว้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลพลอยได้ทางการผลิตของอุตสาหกรรมถ่านหิน และอุตสาหกรรมปิโตรเคมี เป็นสารไวไฟ และจัดเป็นสารที่มีอันตรายปานกลางตามการจำแนกชั้นขององค์การสหประชาชาติ อีกทั้งมีการนำ โทลูอีนมาใช้ประโยชน์เป็นองค์ประกอบในสูตรผสมน้ำมันเชื้อเพลิงของน้ำมันเชื้อเพลิงในรถยนต์

เอทิลเบนซีน (Ethylbenzene)

เอทิลเบนซีน เป็นของเหลวที่ติดไฟได้ง่าย ไม่มีสี มีกลิ่นเฉพาะตัว ระเหยง่าย สัมผัสได้ของเอทิลเบนซีนมีความเข้มข้นที่ 2.3 ppm ในอากาศ เป็นผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาระหว่าง เบนซีนกับเอทิลีน ใช้ประโยชน์เป็นตัวทำละลาย ผลิตภัณฑ์ ไส้ข้อมโยสังเคราะห์ ยางสังเคราะห์ วาณิช สี สารเคลือบผิว การเข้าสู่สิ่งแวดล้อมของเอทิลเบนซีนมีลักษณะเป็นการแพร่กระจาย อันตรายต่อสิ่งแวดล้อมคล้ายกับเบนซีนและ โทลูอีน เอทิลเบนซีนเป็นสารที่ทำให้เกิดการระคายเคืองเยื่อเมือก ผิวหนัง และจมูก

ไซลีน (Xylene)

กรมควบคุมมลพิษ(2541ข) ได้รวบรวมข้อมูลไซลีนว่าเป็น Aromatic Hydrocarbon เป็นสารผสมของ o-Xylene ประมาณร้อยละ 30, m-Xylene ประมาณร้อยละ 60-70 และ p-Xylene ประมาณร้อยละ 5 มีสถานะเป็นของเหลว ไม่มีสี ไม่สามารถละลายน้ำได้ที่ 20 °C แต่ละลายได้ดีใน Ethyl Alcohol และ Ethyl Ether จัดเป็นของเหลวไวไฟ ได้จากการกลั่นปิโตรเลียม อีกทั้งมีการนำสารไซลีนมาใช้ผสมในน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์

ค่ามาตรฐานของสาร BTEX

เนื่องสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายกลุ่ม BTEX ในแต่ละประเทศมีการกำหนดปริมาณความเข้มข้นของสาร และลักษณะการตรวจวัดที่แตกต่างกันจึงได้ทำการรวบรวมค่าความเข้มข้นมาตรฐานไว้ตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่ามาตรฐานสารเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเอทิลเบนซีนในแต่ละประเทศ

มาตรฐานคุณภาพอากาศ	สารอินทรีย์ระเหยง่าย			
	เบนซีน	โทลูอิน	ไซลีน	เอทิลเบนซีน
ประเทศไทย	1.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	-
สหราชอาณาจักร/หน่วยงานทั้งหมด	16.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	-
สหราชอาณาจักร/อังกฤษและเวลส์	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	-
สหราชอาณาจักร/สกอตแลนด์และไอร์แลนด์เหนือ	3.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	-
ฮังการี เยอรมันตะวันออก	-	0.6 mg/m^3	0.2 mg/m^3	-
บังกลาเทศ ยูโกสลาเวีย	-	0.6 mg/m^3	0.2 mg/m^3	-
สหภาพโซเวียต	-	20 mg/m^3	20 mg/m^3	-
สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน	16 mg/m^3	60 mg/m^3	60 mg/m^3	-

ที่มา: วนิตา (2550); สรรสฤษฎ์ (2551)

หลักการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศ

สาวิตรี (2548) ได้รวบรวมข้อมูลการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. Active Sampler หมายถึงการเก็บตัวอย่างอากาศที่ต้องใช้ปั๊มดูดอากาศตัวอย่างอากาศเพื่อเก็บสารที่ต้องการตรวจสอบผ่านตัวกลาง (Collection Medium) โดยอาศัยหลักการอย่างใดอย่างหนึ่ง
 - 1.1 การเข้าไปแทนที่อากาศ (Air Displacement) หลักการนี้ตัวอย่างถูกดูดซึมเข้าไปในภาชนะเก็บ (Collector) เช่นขวดสูญญากาศ ดึงถึงเก็บตัวอย่างอากาศ เป็นต้น

1.2 หลักการควบแน่น (Condensation) หลักการนี้ตัวอย่างอากาศจะถูกดูดผ่านเข้าไปใน U-Tube หรืออุปกรณ์ที่เหมาะสม ซึ่งแช่อยู่ในภาชนะที่บรรจุสารทำความเย็นเพื่อทำให้ตัวอย่างอากาศเย็นตัวลงต่ำกว่าจุดเดือดหรือจุดเยือกแข็งของสารที่ต้องการ จับกับสารตัวอย่าง

1.3 การดูดซึม (Absorption) หลักการนี้ตัวอย่างแก๊สละลายในของเหลวหรือทำปฏิกิริยากับของเหลวที่บรรจุในขวดดูดซึมหรือ Impinger

1.4 การดูดซับ (Adsorption) การดูดซับของแก๊สตัวอย่างเป็นการเกิดขึ้นที่ผิวโดยที่โมเลกุลของแก๊สจะรวมตัว และดูดด้วยแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลเข้าหาผิวของวัสดุที่ดูดจับตัวอย่างอากาศ โดยทั่วไปแล้ววัสดุที่ใช้เป็นสารดูดซับจะมีลักษณะเป็นรูพรุนเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิว สามารถแบ่งลักษณะตัวดูดซับได้ 3 ประเภทคือ

1.4.1 ตัวดูดซับไม่มีขั้ว ได้แก่ Cabotrap และ Graphitised Carbon Back ซึ่งสามารถดูดซับสารตัวอย่างได้หลายกลุ่ม เช่น สารประกอบกลุ่ม n-alkanes, aromatic hydrocarbon, hydrocarbon chlorinated hydrocarbons เป็นต้น

1.4.2 ตัวดูดซับที่มีประจุบวก ได้แก่ Activated Silica Gel

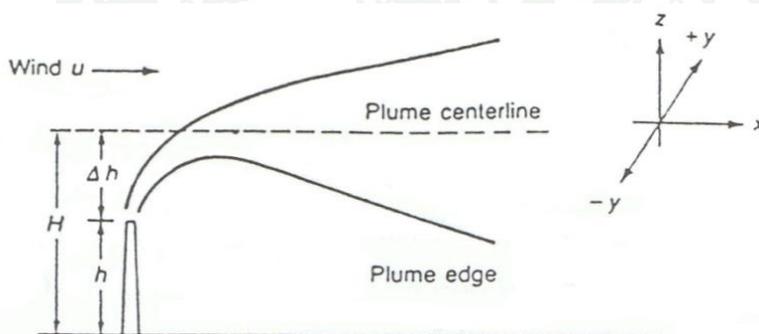
1.4.3 ตัวดูดซับที่มีประจุลบ ได้แก่ Porous Polymer

2. แบบ Passive Sampler หมายถึงการเก็บตัวอย่างโดยอาศัยการเคลื่อนที่ของโมเลกุลแก๊สจากความเข้มข้นสูง ไปสู่ความเข้มข้นต่ำในสภาวะคงตัว โดยการดูดซึมทางเคมี หรือการดูดซับทางกายภาพบนตัวกลาง (Medium) และไม่ต้องใช้ปั๊มเก็บตัวอย่างอากาศ

การแพร่กระจายสารมลพิษอากาศของ Gaussian Model

นพภาพร และแสงสันต์ (2544) ได้รวบรวม และอธิบายลักษณะการแพร่กระจายสารมลพิษอากาศของ Gaussian Model ไว้ดังนี้

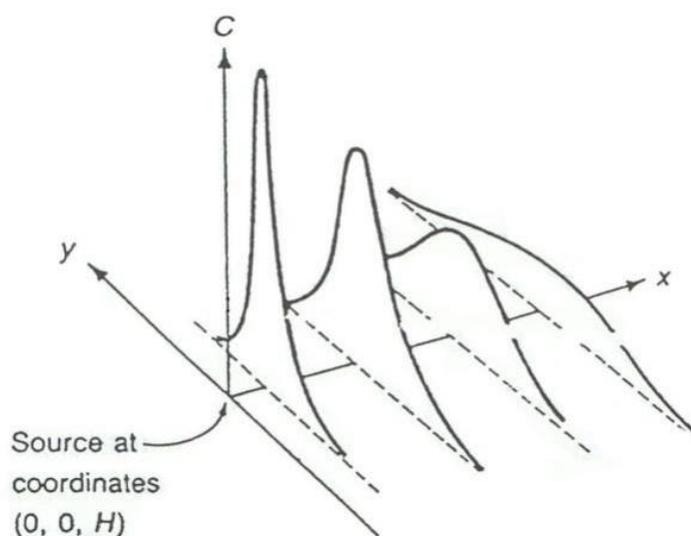
1. สารมลพิษระบายออกจากแหล่งกำเนิดปล่อยไปสู่อากาศภายนอก ซึ่งมองเห็นในรูปของกลุ่มควัน ควันนั้นจะยกตัวลอยขึ้นสูงแล้วจึงเบี่ยงเบนไปตามอิทธิพลของลมที่พัดพาไป ลมจะช่วยพากลุ่มควันให้เจือจางออกไป กลุ่มควันดังกล่าวจะขยายตัวเจือจางออกไปจากแนวเส้นกึ่งกลางกลุ่มควันทั้งในแนวนอน และแนวตั้ง ดังแสดงในภาพที่ 1 ซึ่งในการเจือจางของกลุ่มควันที่ลอยออกมาที่ไม่ได้เกิดจากการแพร่ของ โมเลกุลของกลุ่มควันจากที่มีความเข้มข้นสูงไปสู่ที่มีความเข้มข้นต่ำแต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังเกิดจากการเคลื่อนที่แบบปั่นป่วนที่เรียกว่า Eddies ซึ่งจะเป็นการช่วยให้กลุ่มควันที่แพร่กระจายออกมาเจือจางได้เร็วยิ่งขึ้น



ภาพที่ 1 การแพร่กระจายของควันที่โค้งตามแนวลม

ที่มา: Cooper and Alley (1994)

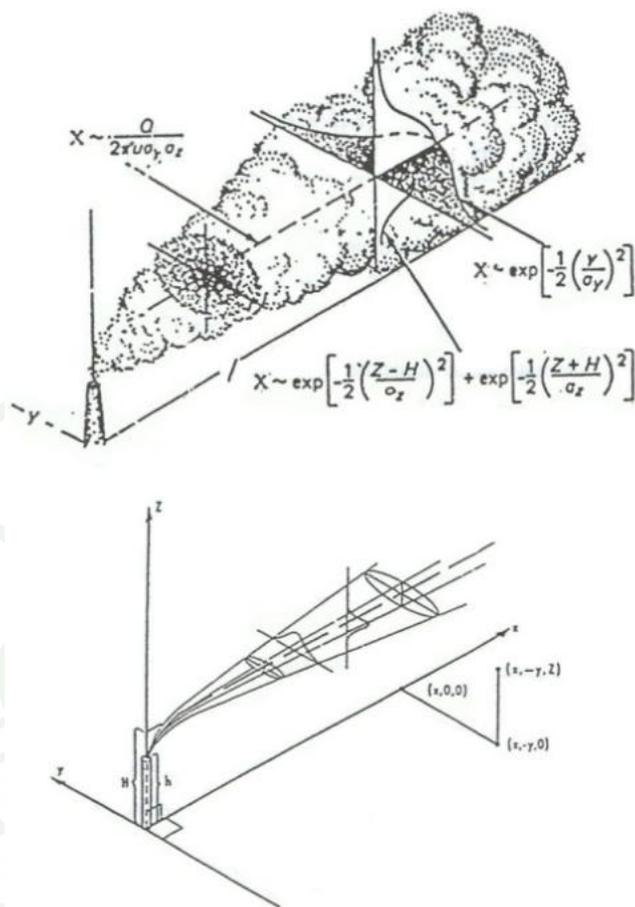
2. กลุ่มควันจะมีการแพร่กระจายสารมลพิษให้เจือจางลง โดยรูปร่างเป็นแบบระฆังคว่ำ หรือเป็นแบบ Normal Distribution โดยที่ความเข้มข้นตรงกลางกลุ่มควันจะมีค่าสูง และเจือจางลงตรงด้านข้าง และความเข้มข้นตรงกลางจะลดลงตามระยะทางที่ห่างจากแหล่งกำเนิด ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ลักษณะการแพร่กระจายความเข้มข้นของสารมลพิษตามระยะทางที่ห่างจากแหล่งกำเนิด

ที่มา: Cooper and Alley (1994)

3. การแพร่กระจายของสารมลพิษจนเจือจางลง โดยมีรูปแบบของการแพร่กระจายเป็นแบบ Normal Distribution นั้น เกิดขึ้นทั้งในแนวแกน Y ซึ่งเป็นแนวนอน และในแนวแกน Z หรือแนวตั้ง จึงเรียกลักษณะการเกิดการแพร่กระจายของสารมลพิษว่าเป็น Binormal ซึ่งใช้สมการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า Gaussian Dispersion Equation ในการทำนายการแพร่กระจายสารมลพิษดังกล่าว ทั้งนี้การคำนวณทำได้ทีละทิศทางลมเท่านั้น โดยให้ทิศทางลมไปในแนวแกน X เสมอ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แบบจำลองการแพร่กระจายกลุ่มควันแบบ Gaussian

ที่มา: Sax (1974)

แบบจำลองคณิตศาสตร์ CALINE 4

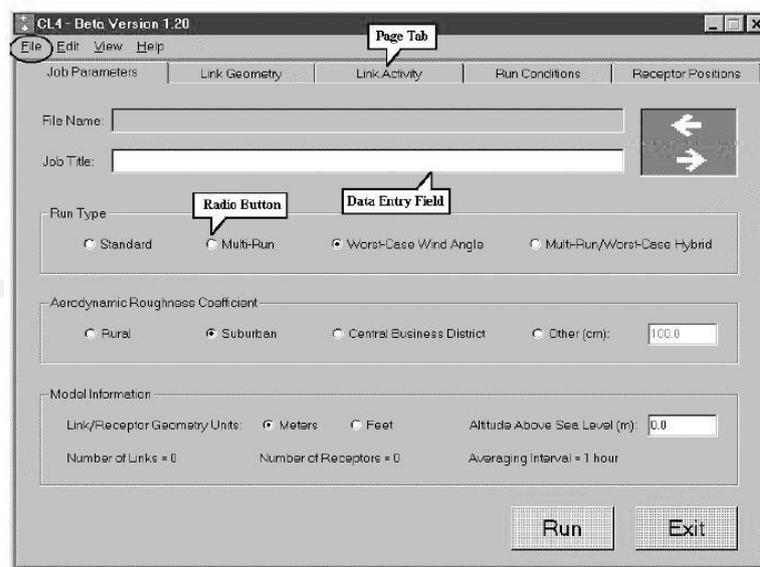
แบบจำลองคุณภาพอากาศรูปแบบล่าสุดที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อ ใช้กับแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ ซึ่งพัฒนาขึ้น โดย California Department of Transportation (Caltrans) โดยใช้หลักการการแพร่กระจายของ Gaussian และระยะผสม (Mixing Zone) เพื่อทำนายการแพร่กระจายบนถนน วัตถุประสงค์ของแบบจำลอง คือ ประเมินผลกระทบของคุณภาพอากาศใกล้ระบบการจราจร โดยมีองค์ประกอบความยาวถนน ลักษณะอุทุนิยมวิทยา และ Site Geometry แบบจำลอง CALINE 4 สามารถพยากรณ์ความเข้มข้นของมลสารในระยะทาง 500 เมตร มลสารที่สามารถพยากรณ์ ได้แก่ แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) และฝุ่นละออง ซึ่งมีตัวเลือกพิเศษ สำหรับแบบจำลองคุณภาพอากาศใกล้ทางแยก Street Canyons และลานจอดรถ ซึ่งแบบจำลอง

CALINE4 เป็นที่ยอมรับจาก U.S. EPA. ซึ่งเป็นองค์กรปกป้องคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (Coe *et al.*, 1998) และในประเทศไทยก็ได้นำแบบจำลองนี้มาใช้ในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและวางแผนในการจัดการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมตามลักษณะโครงการที่เกี่ยวกับถนนหรือทางด่วน

Coe *et al.* (1998) ได้อธิบายลักษณะข้อมูลที่ใช้ในการนำเข้าโปรแกรมแบบจำลอง CALINE 4 ไว้ดังนี้

1. Aerodynamic Roughness Coefficient คือค่าความปั่นป่วนที่มีผลต่อการแพร่กระจายของพลาสม โดยมีการกำหนดลักษณะของ Aerodynamic Roughness Coefficient ไว้ 4 ลักษณะ ดังแสดงในภาพที่ 4

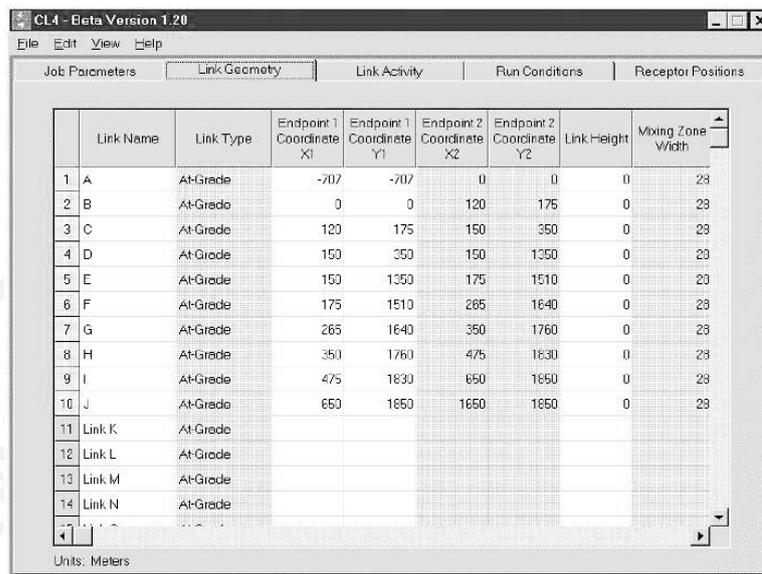
- 1.1 ชนบท (Rural)
- 1.2 ชานเมือง (Suburban)
- 1.3 กลางเมืองย่านธุรกิจ (Central Business District)
- 1.4 ลักษณะอื่นๆ คือลักษณะต่างๆที่ไม่ขึ้นอยู่กับลักษณะ 3 ข้างต้น



ภาพที่ 4 ลักษณะการนำเข้าข้อมูลในส่วน Job Parameters

ที่มา: Coe *et al.* (1998)

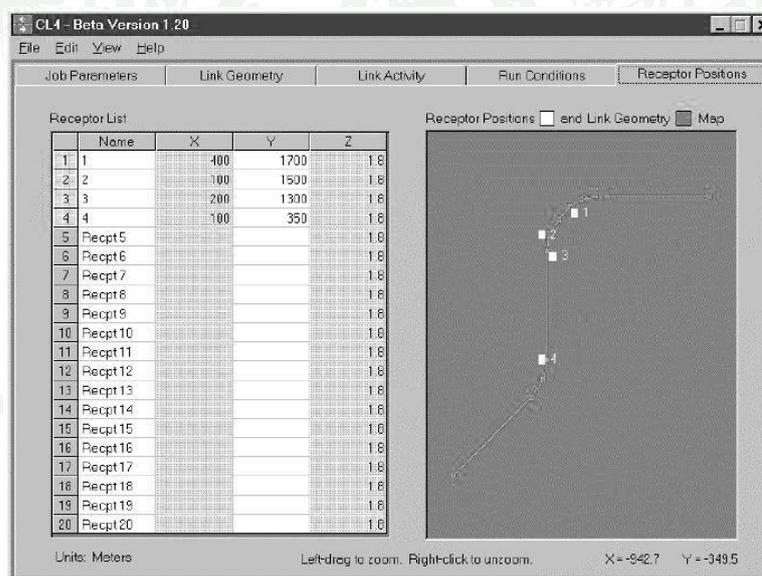
2. Link Geometry และ Receptor Position จะใช้ค่าในพิกัด x, y สามารถเลือกหน่วยที่ใช้ในการนำเข้าข้อมูลได้ 2 หน่วยคือ ฟุต และเมตร ดังแสดงในภาพที่ 5



	Link Name	Link Type	Endpoint 1 Coordinate X1	Endpoint 1 Coordinate Y1	Endpoint 2 Coordinate X2	Endpoint 2 Coordinate Y2	Link Height	Mixing Zone Width
1	A	At-Grade	-707	-707	0	0	0	23
2	B	At-Grade	0	0	120	175	0	23
3	C	At-Grade	120	175	150	350	0	23
4	D	At-Grade	150	350	150	1350	0	23
5	E	At-Grade	150	1350	175	1510	0	23
6	F	At-Grade	175	1510	265	1640	0	23
7	G	At-Grade	265	1640	350	1760	0	23
8	H	At-Grade	350	1760	475	1830	0	23
9	I	At-Grade	475	1830	650	1850	0	23
10	J	At-Grade	650	1850	1650	1850	0	23
11	Link K	At-Grade						
12	Link L	At-Grade						
13	Link M	At-Grade						
14	Link N	At-Grade						

Units: Meters

ก. Link Geometry



	Name	X	Y	Z
1	1	400	1700	1.8
2	2	100	1500	1.8
3	3	200	1300	1.8
4	4	100	350	1.8
5	Recept5			1.8
6	Recept6			1.8
7	Recept7			1.8
8	Recept8			1.8
9	Recept9			1.8
10	Recept10			1.8
11	Recept11			1.8
12	Recept12			1.8
13	Recept13			1.8
14	Recept14			1.8
15	Recept15			1.8
16	Recept16			1.8
17	Recept17			1.8
18	Recept18			1.8
19	Recept19			1.8
20	Recept20			1.8

Units: Meters

Left-drag to zoom. Right-click to unzoom. X = -942.7 Y = -349.5

ข. Receptor Position

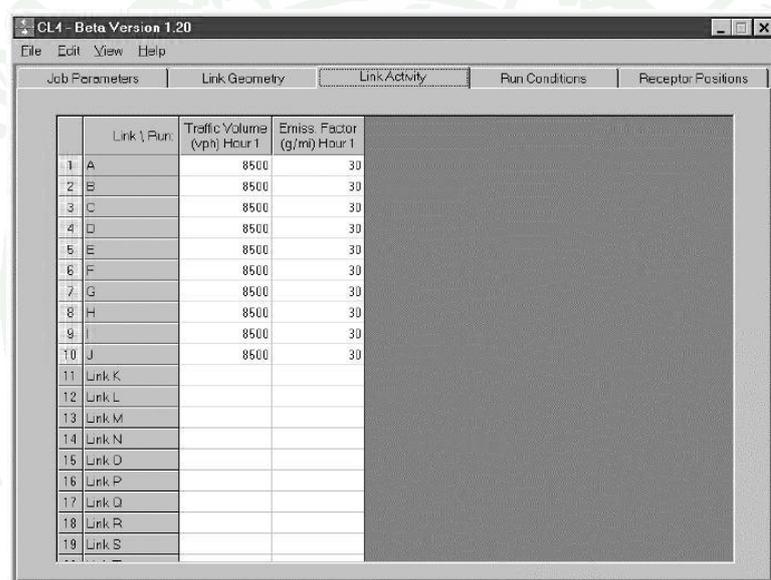
ภาพที่ 5 ลักษณะการนำเข้าข้อมูลส่วน Link Geometry และ Receptor Position

ที่มา: Coe et al. (1998)

4. Link Activity คืออัตราการระบายสารมลพิษของรถยนต์ประกอบด้วย 2 ส่วน และแสดงลักษณะการนำเข้าข้อมูลในภาพที่ 6

4.1 ปริมาณรถ (Traffic Volume) ใช้ข้อมูลปริมาณรถรายชั่วโมงในแต่ละ Link หน่วยที่ใช้คือ ปริมาณยานพาหนะ/ชั่วโมง (Vehicles/hour)

4.2 ปัจจัยการปลดปล่อย (Emission Factor) ใช้ค่าเฉลี่ยอัตราการปลดปล่อยของยานพาหนะ ในพื้นที่ที่ทำการศึกษ หน่วยที่ใช้คือ กรัม/ไมล์/ยานพาหนะ (g/mile/vehicle)



Link \ Run	Traffic Volume (vp/h) Hour 1	Emiss. Factor (g/mi) Hour 1
1 A	8500	30
2 B	8500	30
3 C	8500	30
4 D	8500	30
5 E	8500	30
6 F	8500	30
7 G	8500	30
8 H	8500	30
9 I	8500	30
10 J	8500	30
11 Link K		
12 Link L		
13 Link M		
14 Link N		
15 Link O		
16 Link P		
17 Link Q		
18 Link R		
19 Link S		

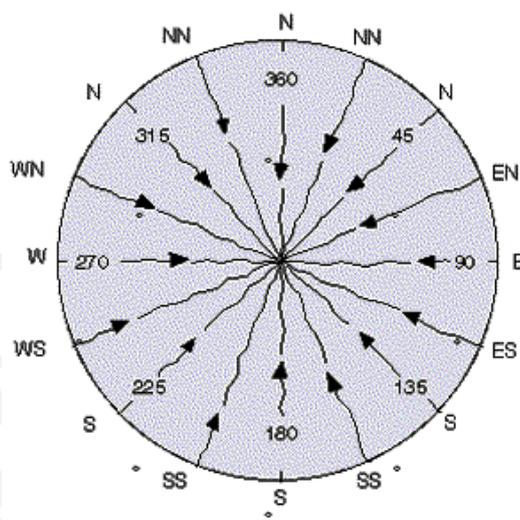
ภาพที่ 6 ลักษณะการนำเข้าข้อมูลส่วน Link Activity

ที่มา: Coe *et al.* (1998)

5. Run Condition จะเป็นส่วนที่ประกอบไปด้วยสภาพทางอุตุนิยมวิทยา ดังนี้

5.1 ลม ตรวจวัดโดยเครื่องวัดลม โดยความเร็วลมวัดโดย Anemometer ทิศทางลมวัดโดย Wind Vane ความเร็วลมมีหน่วยเป็น น็อต (Knot, 1 น็อต = 0.514 เมตร/วินาที) ในแบบจำลองจะใช้หน่วยความเร็วลมเป็น เมตร/วินาที เสมอ ทิศทางลมมีค่า 0° ถึง 360° โดยทิศทาง 0° ทางอุตุนิยมวิทยา

ถือว่า ลมพัดมาจากทางทิศเหนือ และ 180° มาจากทางทิศใต้ และการเรียกชื่อลมนั้นจะเรียกจาก ทิศทางที่ลมพัดมาดังแสดงทิศของลมในภาพที่ 7 (นพภาพร และแสงสันต์, 2544; วนิดา, 2551)



© 1998 Wadsworth Publishing Company/ITP

ภาพที่ 7 ทิศทางลม

ที่มา: Lyndon A Vermont Statee College. (2010)

5.2 อุณหภูมิ เป็นสภาวะที่ใช้อธิบายทิศทางการเคลื่อนตัวของพลังงานความร้อน ระหว่างสองตัวกลาง โดยตัวกลางที่สูญเสียความร้อนให้อีกตัวกลางหนึ่งก็จะถือว่ามียุณหภูมิสูงกว่า เครื่องมือที่ใช้วัดคือ เทอร์มอมิเตอร์ หน่วยในการวัดอุณหภูมิมิมี 3 ระบบคือ องศาฟาเรนไฮต์ ($^{\circ}\text{F}$), องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) และเคลวิน (K) (นพภาพร และแสงสันต์, 2544; วนิดา, 2551)

5.3 สภาพความเสถียรของบรรยากาศ ใช้หลักความเสถียรแบบ Pasquill โดย นพภาพร และแสงสันต์ (2544) ได้อธิบายไว้ว่าแบ่งเป็น 6 ระดับดังนี้ และแบ่งลักษณะดังแสดงในตารางที่ 4

- 5.3.1. ระดับ A หมายถึง มีความไม่เสถียรมาก (Very Unstable)
- 5.3.2. ระดับ B หมายถึง มีความไม่เสถียรมากปานกลาง (Moderately Unstable)
- 5.3.3. ระดับ C หมายถึง มีความไม่เสถียรเล็กน้อย (Slightly Unstable)
- 5.3.4. ระดับ D หมายถึง มีความเสถียรมากปานกลาง (Neutral)
- 5.3.5. ระดับ E หมายถึง มีความเสถียรเล็กน้อย (Slightly Stable)
- 5.3.6. ระดับ F หมายถึง มีความเสถียร (Stable)

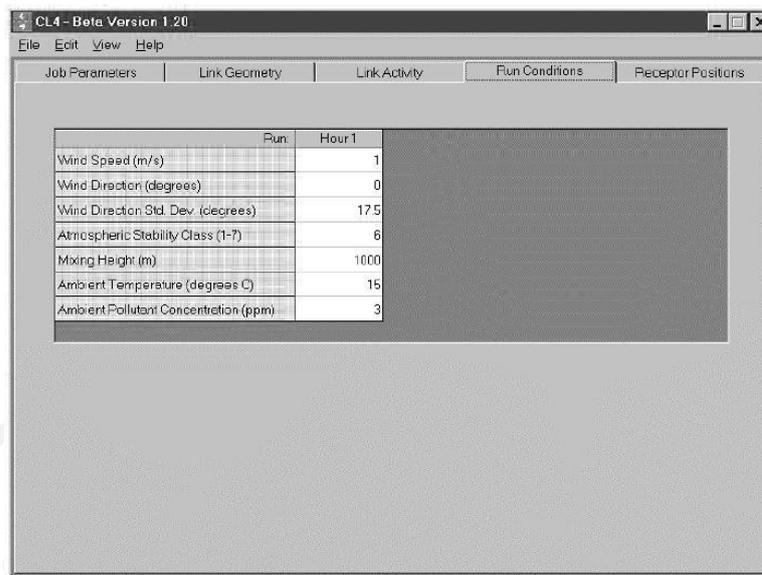
ตารางที่ 4 ความเสถียรของบรรยากาศตามแบบ Pasquill-Gifford

ความเร็วลมเฉลี่ยที่ ความสูง 10 เมตร (m/s)	ช่วงเวลา				
	กลางวัน (มีแสงอาทิตย์)			กลางคืน (ปริมาณเมฆในท้องฟ้า)	
	มาก	ปานกลาง	น้อย	มากกว่าครึ่ง	น้อยกว่าครึ่ง
<2	A	A-B	B	-	-
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

- หมายเหตุ
1. แสงอาทิตย์มาก ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า $143 \text{ cal/m}^2\text{-s}$ หรือขณะที่ฟ้าโปร่ง มุมของรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 60 องศาจากระดับพื้น
 2. แสงอาทิตย์ปานกลาง ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ $72\text{-}143 \text{ cal/m}^2\text{-s}$ หรือขณะที่ฟ้าโปร่ง มุมของรังสีดวงอาทิตย์ 35-60 องศาจากระดับพื้น
 3. แสงอาทิตย์น้อย ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์น้อยกว่า $72 \text{ cal/m}^2\text{-s}$ หรือขณะที่ฟ้าโปร่ง มุมของรังสีดวงอาทิตย์ 15-35 องศาจากระดับพื้น
 4. ในเวลากลางวัน ถ้ามีเมฆในช่วง 5/8-7/8 จะทำให้ ระดับแสงอาทิตย์มาก ลดลงเป็นแสงอาทิตย์ปานกลาง และระดับแสงอาทิตย์ปานกลาง ลดลงเป็นแสงอาทิตย์น้อย
 5. ความคงตัว D เกิดขึ้นเมื่อฟ้าครึ้มมีเมฆ 8/8 ทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน

ที่มา: U.S. EPA. (1995)

โดยข้อมูลด้านอุณหภูมิตามข้างต้นประกอบด้วย ความเร็วลม, ทิศทางลม, ค่าความคงตัวของบรรยากาศ และอุณหภูมิ จะถูกนำเข้าไปในส่วนของ Run Condition ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ลักษณะการนำเข้าข้อมูลส่วน Run Condition

ที่มา: Coe *et al.* (1998)

6. สมการที่ใช้ในการคำนวณในแบบจำลอง CALINE4

6.1 แบบจำลอง CALINE4 ทำการแบ่ง Link เป็นถนนช่วงสั้นๆ (Element Series) ดังแสดงในภาพที่ 9 โดยความยาวของถนนที่แบ่ง คำนวณได้จากสมการที่ 1

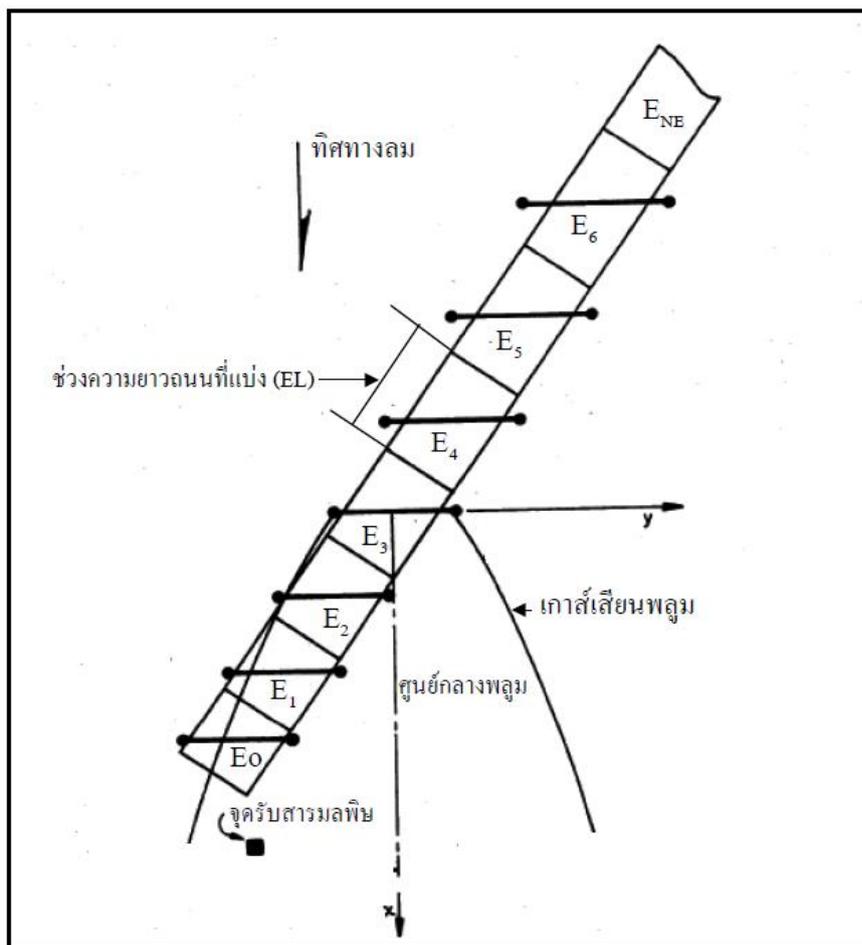
$$EL_{NE} = W \times \left(1.1 + \frac{\text{PHI}^2}{2.5 \times 10^5} \right)^{NE} \quad (1)$$

เมื่อ EL = ความยาวของถนนช่วงสั้นๆ (เมตร)

W = ความกว้างของถนน (เมตร)

PHI = มุมระหว่างทิศทางลมกับถนน (องศา)

NE = ลำดับของช่วงถนน



ภาพที่ 9 การแบ่งถนนเป็นช่วงสั้นๆของแบบจำลอง CALINE4

ที่มา: ธนศักดิ์ (2547) ; Hatano (1984)

6.2 การคำนวณความเข้มข้นของสารมลพิษที่เกิดการจราจรของแต่ละช่วงถนนโดยใช้สมการเกาส์เซียน ในการวิเคราะห์ ซึ่งผลรวมของความเข้มข้นของสารมลพิษของแต่ละช่วงถนนก็คือปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษที่เกิดขึ้นบนจุดรับสาร(Receptor)นั้นๆ ดังแสดงในสมการที่ 2

$$C = \frac{q}{2\pi\sigma_y\sigma_z U} \left\{ \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z-H}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z+H}{\sigma_z}\right)^2\right] \int_{y_1}^{y_2} \exp\left[-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right] dy \right\} \quad (2)$$

เมื่อ C = ความเข้มข้นของสารมลพิษที่ต้องการทราบ (กรัม/ลบ.ม.)

q = อัตราการระบายสารมลพิษจากแหล่งกำเนิด (กรัม/วินาที)

H = ความสูงท่อไอเสีย (เมตร)

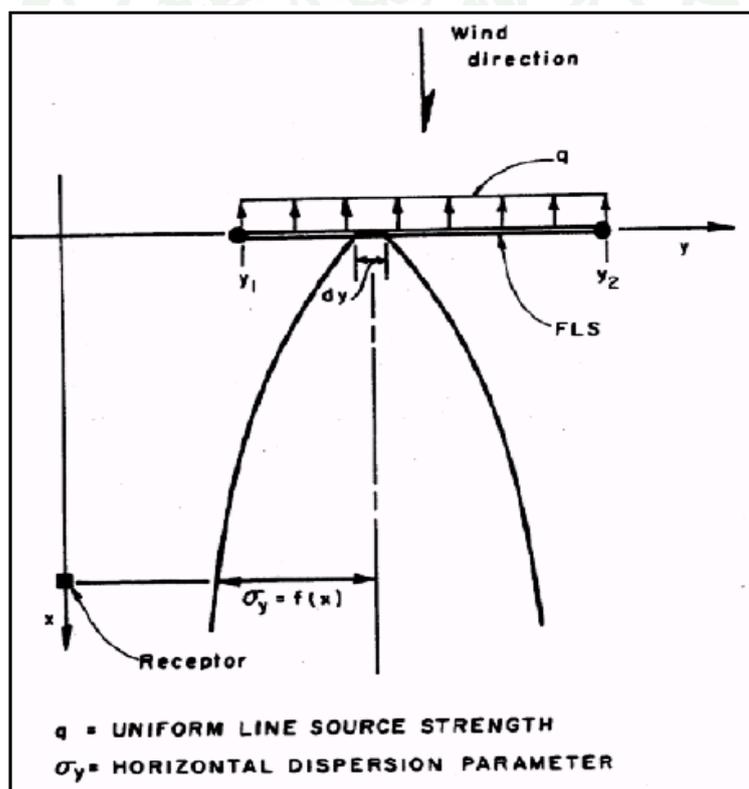
U = ความเร็วลม (เมตร/วินาที)

$\pi = 3.141$

σ_x, σ_y = ค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายในแกน y และ z (เมตร)

dy = ส่วนของถนนแต่ละช่วงที่ตั้งฉากกับทิศทางลม ดังแสดงใน ภาพที่ 10

ที่มา: Hatano (1984)



ภาพที่ 10 การแบ่งส่วน(dy) ของช่วงถนน(Segment) ของแบบจำลอง CALINE4

ที่มา: ธนศักดิ์ (2547) ; Hatano (1984)

สำหรับค่าอัตราการระบายสารมลพิษ (Emission Rate) คำนวณจาก ผลคูณระหว่าง Emission Factor ของสารแต่ละชนิดแยกตามประเภทรถยนต์ซึ่งได้จากผลการศึกษาของกรมควบคุม มลพิษ (2551) ดังแสดงในภาพที่ 33 กับปริมาณจราจรและระยะทางของช่วงถนน (Segment) แต่ทั้งนี้ในการ นำ ข้อมูลเข้าแบบจำลองจะใช้เฉพาะค่า Emission Factor (กรัม/ไมล์/คัน) กับปริมาณจราจร(คัน/ ชม.) บนช่วงถนนเท่านั้น ส่วนค่าระยะทางของช่วงถนนจะอยู่ในกระบวนการวิเคราะห์ของ แบบจำลอง

6.3 ปริมาณความเข้มข้นในแบบจำลองจะออกมาเป็น ppmV ซึ่งแบบจำลองจะทำการแปลงค่าความเข้มข้นของสารมลพิษจากหน่วย g/m^3 เป็น ppmV ดังแสดงในสมการ 3

$$ppmV = \frac{0.02241}{MOWT} \times \left(\frac{T}{273} \right) \times \exp \left(\frac{0.03417 \times ATL}{T} \right) \quad (3)$$

เมื่อ MOWT = น้ำหนักโมเลกุลของสารมลพิษ

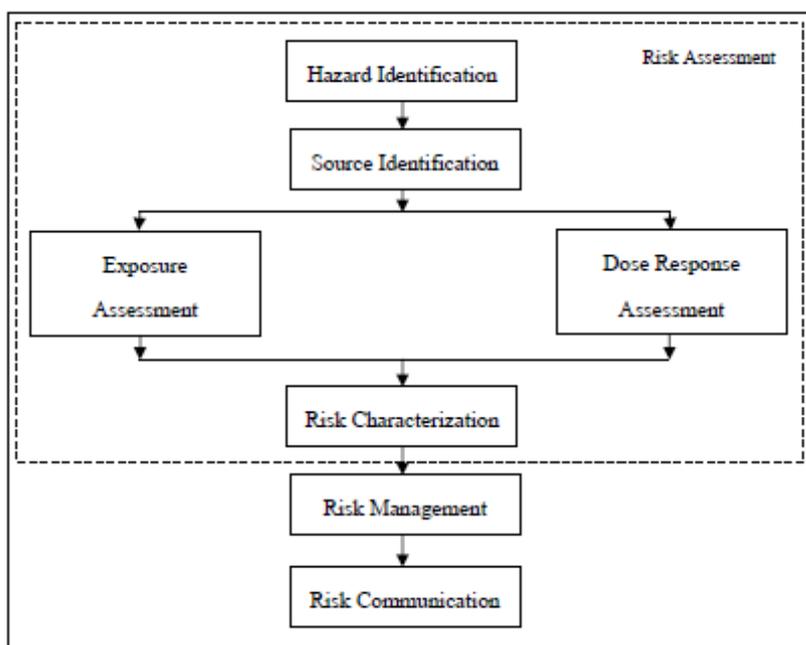
T = อุณหภูมิ (°K)

ATL = ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล (m)

ที่มา: Hatano (1984)

การประเมินความเสี่ยง

การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) เป็นส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis) โดยการใช้ข้อมูลจริงที่จะกำหนดผลกระทบต่อสุขภาพต่อการได้รับอันตรายของมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม และนำไปสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการแก้ไขและลดผลกระทบของปัญหา ด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม โดยนำไปใช้เพื่อวิเคราะห์โอกาสเกิดความเสี่ยงด้านสุขภาพ และสิ่งแวดล้อม โดยแบ่งองค์ประกอบการวิเคราะห์ความเสี่ยงดังนี้ การบ่งชี้อันตราย การประเมินความเสี่ยง การจัดการความเสี่ยง และการสื่อสารความเสี่ยง โดยการใช้วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม ความน่าจะเป็นและสถิติ ดังในภาพที่ 11 (McBean and Rovers, 1998; Louvar, 1998)



ภาพที่ 11 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ความเสี่ยง

ที่มา: Louvar (1998)

1. การประเมินการได้รับสารพิษ

ปริมาณการรับสารพิษเข้าสู่ร่างกายมีได้หลายทางทั้งทางปากโดยอาหารและน้ำดื่ม ผิวหนัง และทางเดินหายใจ ซึ่งปริมาณการรับสารพิษจากการหายใจสามารถหาได้จากสมการที่ 4 (US.EPA.2010)

$$I_{inh} = \frac{C_{inh} \times CR \times ET \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad (4)$$

โดยที่ I_{inh} = ปริมาณสารพิษที่เข้าสู่ร่างกายทางการหายใจ, $mg \cdot kg^{-1} \cdot day^{-1}$

C_{inh} = ความเข้มข้นเฉลี่ยของสารเคมีในบรรยากาศ, mg/m^3

CR = อัตราการหายใจ (Inhalation Rate), m^3/hr

ET = เวลาในการสัมผัส, hr/day

EF = ความถี่ในการรับสัมผัส $day/year$

ED = ระยะเวลาที่สัมผัส, $year$

BW = น้ำหนักร่างกายของผู้สัมผัส (Body Weight), kg

AT = เวลาเฉลี่ย, $days$

2. ประเภทของการประเมินความเสี่ยง

การกำหนดลักษณะความเสี่ยงจะออกมาในเชิงปริมาณ การคำนวณจะครอบคลุมสารเคมีที่เป็นสาเหตุของมะเร็ง และไม่เป็นสาเหตุของมะเร็ง และครอบคลุมประชากรที่มีแนวโน้มการสัมผัสสารเคมีทุกกลุ่ม แบ่งได้ดังนี้

2.1 ความเสี่ยงจากสารเคมีที่เป็นอันตรายเรื้อรังแบบไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง Noncarcinogenic Effect ประเมินความเสี่ยงโดยใช้ค่าอ้างอิงจาก Reference doses ซึ่งเขียนย่อได้เป็น RfDs โดยขึ้นอยู่กับช่องทางได้รับสารพิษ เช่นทางเดินอาหาร ทางเดินหายใจ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความวิกฤตของการได้รับพิษ และระยะเวลาของการได้รับพิษ ว่าเป็นแบบเรื้อรัง กึ่งเรื้อรังหรือการได้รับเฉียบพลัน โดยค่า RfDs แบบเรื้อรังเป็นการประมาณระดับการได้รับสารในแต่ละวันของประชากรเฉลี่ย ซึ่งการประเมินพิษแบบเรื้อรังนิยามใช้ใน ระยะเวลาได้รับสารต่อเนื่องตั้งแต่ 7 ปีไปจนตลอดช่วงอายุ สำหรับกึ่งเรื้อรังใช้การวิเคราะห์กับช่วงระยะเวลาได้รับสารพิษตั้งแต่ 2 สัปดาห์ไปจนถึง 7 ปี ดังแสดงในสมการที่ 5

$$HI = \frac{I}{RfD} ; HQ = \sum HI \quad (5)$$

โดยที่ HI = ดัชนีอันตราย (Hazard Index)

I = ปริมาณสารพิษที่เข้าสู่ร่างกายทางการหายใจ, mg/kg/day

HQ = ผลรวมความเสี่ยงที่เป็นอันตรายเรื้อรังแบบไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง

RfD = Reference dose mg/kg.day

2.2 ความเสี่ยงจากสารเคมีที่เป็นอันตรายเรื้อรังแบบก่อให้เกิดมะเร็ง (Carcinogenic Effect) U.S. EPA ได้กำหนดว่าสารก่อมะเร็งเป็นสารที่มีปริมาณเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำให้เกิดความผิดปกติของเซลล์จากเพียงเซลล์เดียว แล้วเป็นตัวชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจนควบคุม ไม่ได้เกิดเป็นการเจ็บป่วยในที่สุด จากคำจำกัดความนี้ทำให้ไม่สามารถกำหนดระดับของค่าต่ำสุดที่เริ่มทำให้เกิดอาการได้เนื่องจากไม่มีระดับการได้รับพิษใดที่ไม่ทำให้เกิดการตอบสนองต่อมะเร็ง ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดการประเมินความเสี่ยงออกเป็นสองส่วน ขึ้นแรกคือการพิจารณาจำแนก ระดับความชัดเจนของการเป็นสารก่อมะเร็ง แล้วทำการประเมิน โดยใช้ค่า Slope Factor สำหรับ ระดับความชัดเจนของการเป็นสารก่อมะเร็งตามการจำแนกของ US. EPA. (2010) แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การจำแนกระดับการเป็นสารก่อมะเร็ง

กลุ่ม (Group)	คำอธิบาย
A	สารก่อมะเร็งในมนุษย์
B 1 หรือ B 2	มีความเป็นไปได้มากที่จะเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ B 1 มีข้อมูลการศึกษาในมนุษย์แต่ก็มีในจำนวนหนึ่ง B 2 มีข้อมูลการศึกษาในมนุษย์มีไม่เพียงพอ/ไม่มี แต่ข้อมูลในสัตว์ทดลอง
C	มีเพียงพอมีความเป็นไปได้ที่จะเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์
D	ไม่จัดกลุ่มว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์
E	มีข้อมูลชัดเจนว่า ไม่เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์

ที่มา: Louvar (1998)

Slope factor เป็นค่าชี้วัดต่อจากการจำแนกระดับความชัดเจนของการเป็นสารก่อมะเร็ง โดยเป็นตัวชี้ถึงความสามารถของการก่อให้เกิดมะเร็ง เมื่อสารนั้นมีการจำแนกอยู่ในระดับ A, B1, B2 และบางครั้งในกลุ่ม C ซึ่งค่า Slope factor เป็นค่าบ่งชี้เชิงปริมาณถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณที่ได้รับกับผลที่เกิดขึ้น โดยการคาดประมาณความน่าจะเป็นสูงสุดของคนหนึ่งคนใดที่จะ ก่อให้เกิดมะเร็งสำหรับการได้รับสารพิษนั้นในตลอดช่วงชีวิต คำนวณตามสมการที่ 6

$$\text{Risk} = I \times \text{SF} \quad (6)$$

โดยที่ Risk = โอกาสที่ผู้สัมผัสจะเป็นมะเร็ง

I = ปริมาณสารเคมีที่ร่างกายเฉลี่ยได้รับตลอดอายุขัย 70 ปี (mg/kg/day)

SF = ค่า Slope Factor (mg/kg/day)⁻¹

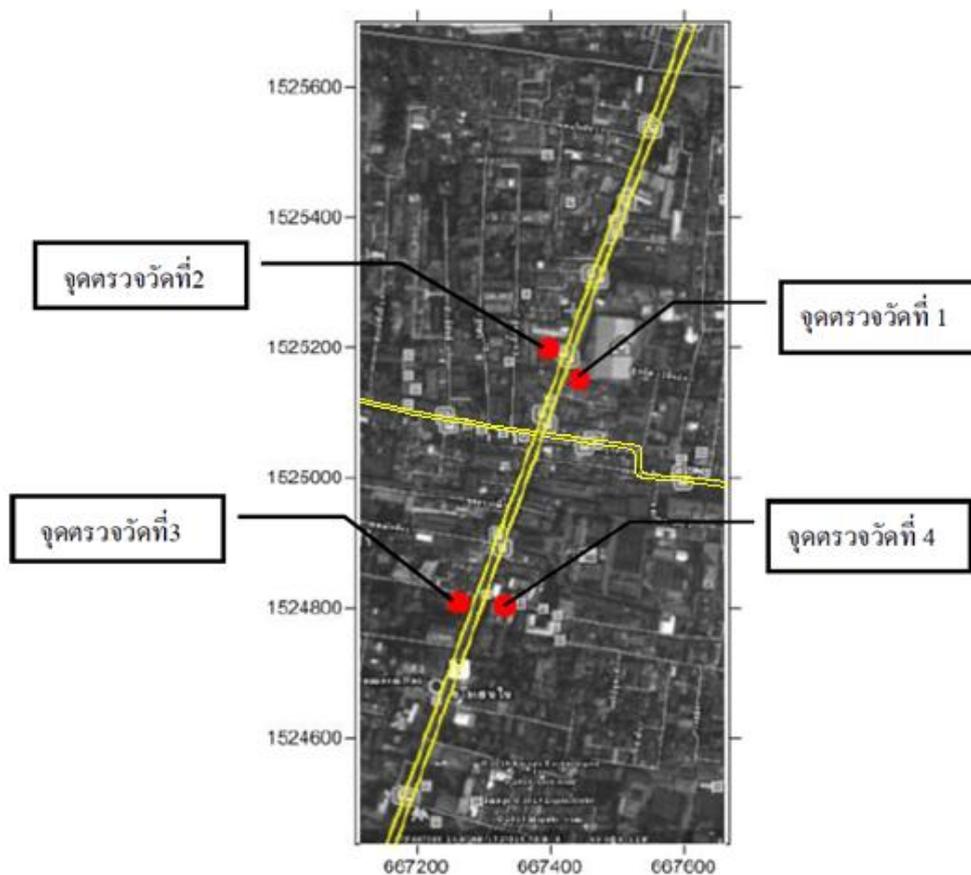
ตารางที่ 6 ผลกระทบ และอันตรายต่อสุขภาพของสาร BTEX

สาร	บริเวณที่เกิดผลกระทบ	ผลกระทบต่อสุขภาพ
Benzene	เม็ดเลือดแดง และเส้นประสาท	ทำลายไขกระดูก เม็ดเลือดแดงแตก โรคโลหิตจาง และอาการหรือโรคทางประสาทส่วนกลาง
Toluene	ระบบประสาทส่วนกลาง	อาการทางประสาทส่วนกลาง
Ethylbenzene	ตา ระบบประสาทส่วนกลาง ช่องจมูก และเส้นประสาท	ทำให้ระคายเคือง แสบตา แสบจมูก กดประสาทส่วนกลาง ทำให้ปวดหัว สับสน งุนงง อาจหมดสติได้
Xylene	ผิวหนัง และเส้นประสาท	ระคายเคือง โรคผิวหนัง และอาการเกิดจากการกดประสาทส่วนกลาง

ที่มา: นิพนธ์ และคณิตา (2552)

ข้อมูลเบื้องต้นของพื้นที่ตรวจวัด

การตรวจวัดบนถนนพหลโยธินจากห้างสรรพสินค้า ถึง สถานีตำรวจ ซึ่งบริเวณดังกล่าว เรียกว่า แยกสะพานควาย มีถนนหลักที่สำคัญ 2 สายคือ ถนนพหลโยธินที่ตัดผ่านกับถนนประดิพัทธ์ แขวงสามเสนใน เขตพญาไท จังหวัดกรุงเทพมหานคร สภาพพื้นที่เป็นแหล่งชุมชนขนาดใหญ่ และ อาคารพาณิชย์ ตั้งอยู่บริเวณริมถนนตลอดเส้นทาง อีกทั้งในบริเวณด้านบนของถนนพหลโยธิน มีทาง รถไฟลอยฟ้า ปกคลุมด้านบนของถนน ในบริเวณนี้มีปริมาณยานพาหนะ ลักษณะพื้นที่แยกสะพานควายดังแสดงตามภาพที่ 12



ภาพที่ 12 แผนที่จุดตรวจวัดบริเวณแยกสะพานควาย

ที่มา: Google Earth (2010)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Kawashima *et al.* (2005) ทำการศึกษาหาปัจจัยการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดของยานพาหนะแต่ละประเภทด้วยแบบจำลอง Caline 4 โดยใช้ข้อมูลจากจุดรับมลพิษแล้วนำมาคำนวณกลับด้วยแบบจำลอง Caline 4 เพื่อหาปริมาณการปลดปล่อยของสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดของยานพาหนะแต่ละประเภท พบว่า ยานพาหนะประเภท LDVs (Light-Duty Vehicles) มีปริมาณการปลดปล่อยของสารอินทรีย์ระเหยสูงสุด รองลงมาเป็นยานพาหนะประเภท HDVs (Heavy-Duty) และยานพาหนะประเภท Motorcycles ตามลำดับ จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ได้ ปัจจัยการปลดปล่อยของรถแต่ละประเภทตามสภาพแวดล้อมจริง

Majumdar *et al.* (2008) ทำการศึกษาหาปริมาณสารอินทรีย์ระเหย กลุ่ม BTEX ของยานพาหนะแต่ละชนิด ใน โคคาตา ประเทศอินเดีย โดยการในแบบจำลองคณิตศาสตร์ CALINE 4 และทำการคำนวณกลับเช่นเดียวกับงานวิจัยของ Kawashima *et al.* 2005 ร่วมกับแบบจำลองคณิตศาสตร์ CMB 8.2 เพื่อใช้ในการคำนวณการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารอินทรีย์ระเหย พบว่าได้ปริมาณของสารอินทรีย์ระเหยกลุ่ม BTEX ทั้งหมด อยู่ในช่วง $9.1-43.1 \text{ mg vehicle}^{-1} \text{ km}^{-1}$

สาวตรี (2548) ทำการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ระเหย (VOCs) จากสิ่งแวดล้อมของผู้พักอาศัยในเขตกรุงเทพมหานคร โดยทำการเก็บตัวอย่างสาร VOCs บริเวณริมถนน และพื้นที่ทั่วไปใน 9 เขตพื้นที่ ได้แก่ เขตพระโขนง, ยานนาวา, จตุจักร, ราชเทวี, บางกะปิ, บางกอกน้อย, บางแค, ประเวศ และคันนายาว ในระหว่างวันที่ 20-27 กรกฎาคม 2548 จากการศึกษาพบ VOCs 16 ชนิด ซึ่งในทุกพื้นที่ที่ศึกษาจะพบ VOCs 6 ชนิดหลักคือ Benzene, Toluene, Ethylbenzene, m-Xylene, p-xylene และ o-xylene และมีปริมาณเฉลี่ยอยู่ในช่วงระหว่าง 18.9-76.1, 60.2-213.7, 2.6-15.9, 5.7-26.2, 4.1-21.5 และ 3.7-18.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามลำดับ และพบว่าปริมาณสาร VOCs ทุกชนิดที่พบบริเวณริมถนนสูงกว่าพื้นที่ทั่วไป

Jones *et al.* (1999) ทำการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของ คาร์บอนมอนนอกไซด์ ใน โตรเจนไดออกไซด์ และสารอินทรีย์ระเหยง่าย บริเวณพื้นที่ริมถนนในเขตเมือง พร้อมเก็บข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาไปพร้อมกัน เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับความเร็วมด้วยแบบจำลอง CALINE4

Chan *et al.* (2002) ทำการศึกษาความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) บริเวณริมถนนของเมือง Hong Kong แบ่งเป็น 3 บริเวณคือ บริเวณอุตสาหกรรมและการค้า, บริเวณกลางเมืองแหล่งธุรกิจ และบริเวณที่อยู่อาศัย พบปริมาณความเข้มข้นของสาร VOCs โดยเฉพาะ Toluene, Benzene และ Chlorinated ที่ Hong Kong มากกว่าเมืองที่พัฒนาแล้วอื่นๆ ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยและสูงสุดของสาร Toluene คือ 74.9 และ 320 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามลำดับ ค่าความเข้มข้นของเบนซีนคือ 25.9 และ 128.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ส่วนสารอินทรีย์ระเหยกลุ่ม Chlorinated มี 2 ชนิดหลักคือ Trichloroethylene และ Tetrachloroethylene มีค่าความเข้มข้นสูงสุดคือ 248.2 และ 144.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปริมาณสาร VOCs ตามแหล่งกำเนิดพบว่า ปริมาณสาร VOCs จะมีปริมาณมากในบริเวณกลางเมืองแหล่งธุรกิจ ซึ่งมีแหล่งกำเนิดมลพิษจากปริมาณการปลดปล่อยของยานพาหนะ

Broderick and Donoghue (2007) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของสาร $\text{C}_2\text{-C}_6$ hydrocarbon ในบริเวณริมถนนในพื้นที่ได้ลม เปรียบเทียบกับแบบจำลอง CALINE4 และ COPERT III โดยการใช้ COPERT III (Computer Program to calculate Emission from Road Transport) ในการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยของยานพาหนะในพื้นที่ทำการศึกษา เพื่อนำค่าปริมาณการปลดปล่อยที่ได้ไปคำนวณด้วย แบบจำลองคณิตศาสตร์ CALINE4 เพื่อใช้ในการทำนายปริมาณความเข้มข้นของสาร $\text{C}_2\text{-C}_6$ hydrocarbon

Quynh Truc and Kim Oanh (2007) ทำการศึกษาความเข้มข้นรายชั่วโมงของสาร Benzene, Toluene, Ethylbenzene, m, p-xylene และ o-xylene (BTEX) ร่วมกับ CO , NO_x , และ SO_2 ทำการตรวจวัดสารดังกล่าวพร้อมกันในช่วงฤดูแล้ง ปี 2004 กรุงเทพมหานคร ประเทศเวียดนาม โดยทำการตรวจวัดที่ถนน 3 ลักษณะคือ Truong Chinh (TC) เป็นบริเวณที่มีปริมาณจราจรสูง, Dien Bien Phn (DBP) เป็นบริเวณที่มีปริมาณจราจรต่ำ และ Nguyen Trai (NT) เป็นบริเวณที่มีการจราจรสูงอีกทั้งมีแหล่งอุตสาหกรรม พบว่ามีปริมาณความเข้มข้นสาร BTEX เฉลี่ยรายชั่วโมงดังนี้คือ ในบริเวณถนน TC มีปริมาณความเข้มข้น 65, 62, 15, 43, และ 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; บริเวณถนน DBP มีปริมาณความเข้มข้น 30, 38, 9, 26, และ 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; และในถนน NT มีปริมาณความเข้มข้น 123, 87, 24, 56, 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ปริมาณของความเข้มข้นของมลพิษชนิดอื่นๆ CO , NO_x และ SO_2 ตรวจวัดโดยเครื่องอัตโนมัติ

มีปริมาณต่ำและไม่มากกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพของประเทศเวียดนาม ระดับปริมาณความเข้มข้น BTEX ในระหว่างวันทำงานจะมากกว่า วันหยุดสุดสัปดาห์ โดยสรุปพบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษจะมีขึ้นกับความแตกต่างของปริมาณยานพาหนะแต่ละชนิด

Parra *et al.* (2008) ทำการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ระเหยและไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เป็นการตรวจวัดโดย Passive Sampling จำนวน 40 จุดในเมืองขนาดกลางที่ Northern Spain ช่วงระหว่างเดือน มิถุนายน 2006 – มิถุนายน 2007 ทำการตรวจวัดโดยการหาสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดและไนโตรเจนไดออกไซด์ใน 4 ฤดูกาล พบว่า ในช่วงฤดูร้อน จะมีระดับของสารอินทรีย์ระเหยและไนโตรเจนต่ำเนื่องจากมีความเข้มของแสงแดดในปริมาณมาก และมีการจราจรต่ำ

Ongwandee and Chavalparit (2009) ทำการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายกลุ่มBTEX ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยทำการตรวจวัดภายในระบบขนส่ง 4 ประเภทคือ รถประจำทางปรับอากาศ, รถประจำทางไม่ปรับอากาศ, รถไฟลอยฟ้า และเรือข้ามฟาก ในช่วงเวลาเร่งด่วน 07.00 -09.00 น. และ 16.00 -19.00 น. พบว่า รถประจำทางไม่ปรับอากาศมีปริมาณความเข้มข้นสาร BTEX สูงสุด รองลงมาคือ รถโดยสารประจำทางปรับอากาศ, เรือข้ามฟาก และรถไฟฟ้ตามลำดับ

Caselli *et al.* (2010) ทำการศึกษาปริมาณยานพาหนะ ลักษณะของถนน และตึกขนาดสูงมีผลกระทบต่อปริมาณความเข้มข้นของสาร BTEX โดยทำการเก็บตัวอย่างในเขตเมืองในบริเวณทางออกของถนนวงแหวน และถนนเข้าเมือง ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความหนาแน่นของจราจร อีกทั้งทำการวัดข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา(อุณหภูมิ, ความดันบรรยากาศ, ลม, กัมมันตภาพรังสีธรรมชาติ) ไปพร้อมกัน พบว่าลักษณะของถนนที่แคบและมีตึกขนาดสูงมีผลต่อการแพร่กระจายของสารBTEX ทำให้บริเวณพื้นที่ริมถนนมีปริมาณความเข้มข้น BTEX ในปริมาณสูง และปริมาณยานพาหนะมีผลกระทบต่อคุณภาพอากาศอย่างมาก

มณีรัตน์ (2551) ศึกษาระดับความเสี่ยงทางสุขภาพของผู้โดยสารต่อการได้รับสารอินทรีย์ระเหยอะโรมาติก ในยานพาหนะขนส่งมวลชนในกรุงเทพมหานคร โดยทำการศึกษาใน

ยานพาหนะ 4 ประเภท ได้แก่ รถประจำทางปรับอากาศ รถโดยสารประจำทางไม่ปรับอากาศ รถไฟฟ้า และเรือหางยาวคลองแสนแสบ ระหว่างช่วงเวลาเร่งด่วน (07:00-09:00 น. และ 16:00-19:00น.) เส้นทางที่ศึกษา 5 เส้นทางคือ ถนนพหลโยธิน ถนนสุขุมวิท ถนนเพชรบุรี-รามคำแหง เส้นทางรถไฟฟ้า และเส้นทางเดินเรือ โดยพบว่าประเภทของยานพาหนะมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อระดับสารอินทรีย์ระเหย โดยพบสาร BTEX ในยานพาหนะไม่ปรับอากาศสูงสุด รองลงคือ เรือ รถโดยสารปรับอากาศ และรถไฟฟ้า และพบว่ามีค่าความเสี่ยงของยานพาหนะทุกประเภทที่ก่อให้เกิดมะเร็ง อยู่ช่วงระหว่าง 2×10^{-6} - 1×10^{-5} ขณะที่ความเสี่ยงทางสุขภาพของสารไม่ก่อมะเร็งมีค่าต่ำกว่าค่าอ้างอิง โดยองค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อม ประเทศสหรัฐอเมริกา (US.EPA)

Dutta *et al.* (2007) ศึกษาความเสี่ยงของผลรวมอัตราส่วนของสารประกอบกลุ่มคาร์บอนิล และสารกลุ่ม BTEX ในบรรยากาศทั่วไปของเมือง Kolkata ประเทศอินเดีย ในเดือนมีนาคม ถึง มิถุนายน 2006 และทำการประเมินค่า การเกิดปฏิกิริยา Photochemical ทำการเก็บตัวอย่างในแต่ละ สัปดาห์ช่วงเวลากลางวัน และกลางคืน พบว่าในสารประกอบ Carbonyl มีปริมาณของ Formaldehyde สูงสุดโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงระหว่าง $14.07 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - $26.12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามด้วย Acetaldehyde $7.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - $18.67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และ Acetone $4.43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - $10.34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในส่วนปริมาณของสาร VOCs กลุ่ม mono-aromatic พบว่ามีปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของสาร โทลูอิน (27.65 - $103.31 \mu\text{g}/\text{m}^3$) สูงสุด รองลงมาเป็นสารเบนซีน (24.97 - $79.81 \mu\text{g}/\text{m}^3$) คำนวณค่าความเสี่ยงของสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งของ สาร Benzene, Ethylbenzene, Formaldehyde และ Acetaldehyde พบว่ามีค่าความเสี่ยง 1.4×10^{-4} และค่าความเสี่ยงที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็งของสาร อินทรีย์ระเหยง่ายพบว่ามีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 5.6

ตารางที่ 7 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัย	เมือง/ประเทศ	ปริมาณความเข้มข้น ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
		Benzene	Toluene	Ethylbenzene	Xylene
สาวิตรี (2548)	กรุงเทพมหานคร/ ไทย	18.9-76.1	60.2-213.7	2.6-15.9	4.5-22.2
Jones <i>et al.</i> (1999)	London/UK ppbv	3.75	6.95	1.23	1.43
Chan <i>et al.</i> (2002)	Hong Kong/ China	26.7	77.2	3.1	16.7
Quynh Truc and Kim Oanh (2007)	Hanoi/Vietnam	65	62	15	65
Parra <i>et al.</i> (2008)	Navarra/Spain	2.84	13.26	2.15	6.01
Caselli <i>et al.</i> (2010)	Bari/ Italy	2.2	4.58	0.918	4.745

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษทำการศึกษา และตรวจติดตามหาปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายจำนวน 44 ชนิดในเขตกรุงเทพมหานคร โดยแบ่งลักษณะการตรวจวัดเป็น 2 ส่วน คือบริเวณพื้นที่ทั่วไป และบริเวณริมถนน พบว่าในบริเวณริมถนนพบปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายสูงกว่าบริเวณพื้นที่ทั่วไป ดังแสดงปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายกลุ่ม BTEX ในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ปริมาณความเข้มข้นสารBTEX ในพื้นที่ริมถนน เขตกรุงเทพมหานคร

สาร	ปี	ปริมาณความเข้มข้น ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		การเคหะชุมชน	สถานีตำรวจนครบาล	โรงพยาบาล
		ดินแดง	โชคชัย	จุฬาลงกรณ์
Benzene	2549	10.7	6.9	8.6
	2550	-	3.4	-
	2551	7	5	6.1
	2552	6.5	4.9	6.3
toluene	2549	49.6	31.3	46.8
	2550	-	24	-
	2551	25-79	18-66	23-88
	2552	-	-	-
Ethylbenzene	2549	17.2	11.7	12
	2550	-	1.8	-
	2551	2.5-6.2	1.7-5.7	2.2-7
	2552	-	-	-
xylene	2549	69	46.5	49.6
	2550	-	4.7	-
	2551	3.1-8.4	2.5-9.2	7.9-26.1
	2552	-	-	-

ที่มา: คัดแปลงมาจาก สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง (2549-2552)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศและวิเคราะห์สารเบนซีน, โทลูอิน, ไซลีน และเอทิลเบนซีน

1.1 ปัมป์เก็บตัวอย่างอากาศ (SKC รุ่น Air Lite Sample Pump)

1.2 หลอดเก็บตัวอย่างอากาศ (Adsorbent tube) (SKC ชนิด Coconut Charcoal)

1.3 Gas Chromatograph Mass Spectrometer (GC/MS) (Shimadzu รุ่น GCMS-QP2010 Plus)

1.4 กล้องบันทึกภาพ (Sony รุ่น DCR-SR42)

2. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

2.1 สารละลายมาตรฐาน BTEX (บริษัท Restek Corporation)

2.2 คาร์บอนไดซัลไฟด์ AR Grade (บริษัท Panreac)

3. อุปกรณ์ศึกษาแบบจำลองเพื่อทำนายความเข้มข้นมลพิษทางอากาศ

3.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผล Intel Celeron M CPU 440 @1.86GHz, Ram 504 MB

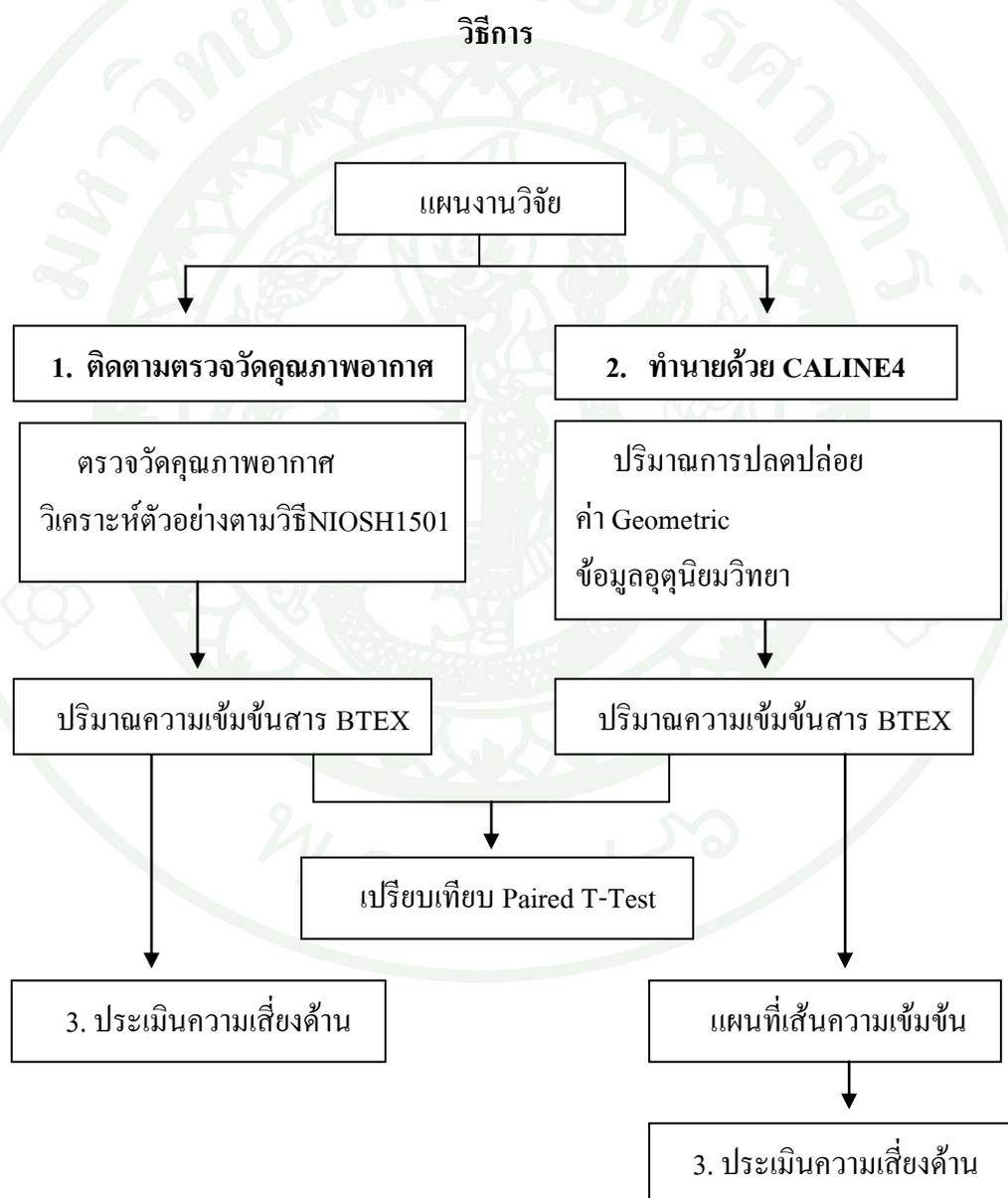
3.2 โปรแกรมแบบจำลอง CALINE4 Version 1.31, Freeware (Lakes Environmental, 2009)

3.3 โปรแกรม Google Earth Version 5, Freeware (Google, 2010)

3.4 โปรแกรม WRPLOT View Version 6.5.1, Freeware (Lakes Environmental, 2010)

3.5 โปรแกรมเขียนกราฟเชิงพื้นที่ SURFER Version 9.11.947, Free Trial (Golden Software, 2010)

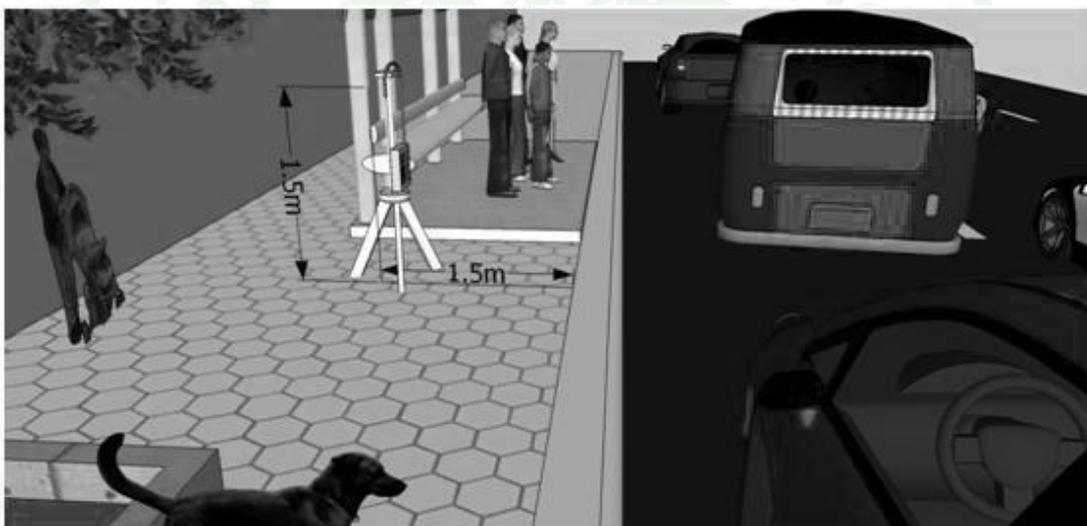
3.6 โปรแกรมสถิติ SPSS Version 11.5 freeware (LEAD Technologies, Inc.)



ภาพที่ 13 กระบวนการดำเนินงานวิจัย

1. ติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศบนถนนพหลโยธิน จากห้างสรรพสินค้า ถึง สถานีตำรวจ

1.1 ตรวจวัดคุณภาพอากาศ บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 และ 3 เป็นบริเวณที่มีปริมาณจราจรเคลื่อนตัวช้าในช่วงเวลาเร่งด่วนอีกทั้งมี ร้านค้าริมทางเท้า และผู้ที่ขึ้นรถโดยสารประจำทางในปริมาณมาก ส่วนจุด 2 และ 4 เป็นจุดที่อยู่ตรงกันข้ามจุด 1 และ 3 ซึ่งมีปริมาณจราจรคล่องตัว ทำการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ในช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเช้า และเย็น 07.00-09.00 น. และ 16.00-19.00 น. โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์ดังภาพที่ 14 ปรับอัตราการไหลของปั๊มให้มีค่าเท่ากับ 0.2 l/min และทำการเก็บตัวอย่างนาน 60 นาที



ภาพที่ 14 ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์บริเวณริมถนน

1.2 วิเคราะห์หาปริมาณสารเบนซีน, โทลูอิน, เอทิลเบนซีน และไซลีน ตามวิธี The National Institute for Occupational Safety and Health 1501 (NIOSH 1501)

1.2.1 การสกัด Charcoal Tube ด้วยสารสกัดคาร์บอนไดซัลไฟด์ตามวิธี NIOSH 1501

1.2.2 วิเคราะห์หาปริมาณสารเบนซีน, โทลูอิน, เอทิลเบนซีน และไซลีน ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph Mass spectrometer (GC/MS) โดยมีการตั้งสภาวะดังนี้

1.2.2.1 GC ทำการติดตั้งคอลัมน์ RTX 35 MS เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 mm ยาว 30 m โดยตั้งอุณหภูมิ Injector 100 °C Column 40 °C และคงไว้ที่ 150 °C ตามลำดับ และตั้งอัตราการไหลของแก๊สฮีเลียม 4 ml/min

1.2.2.2 Mass Spectrometer ตั้งค่า อุณหภูมิ Ion Source 200 °C และอุณหภูมิ Interface 270 °C

2. การทำนายด้วยแบบจำลอง CALINE4

2.1 ปริมาณการปลดปล่อยของพื้นที่บริเวณแยกสะพานควาย ทำการคำนวณตามสมการที่ 7 โดยมีค่าที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

$$(7) \quad Y = 1.609 \times \frac{(\beta_{MC} \times X_{MC}) + (\beta_{LG} \times X_{LG}) + (\beta_{LD} \times X_{LD}) + (\beta_{HD} \times X_{HD})}{\text{Total volume of vehicles}}$$

เมื่อ Y = ค่าผลรวมปัจจัยการปลดปล่อย (g/mile-vehicle)

β = จำนวนยานพาหนะแต่ละชนิด (vehicles)

X = ค่าปัจจัยการปลดปล่อยยานพาหนะแต่ละชนิด g/(km.vehicle)

หมายเหตุ: MC = ยานพาหนะประเภทมอเตอร์ไซค์

LG = ยานพาหนะประเภทเครื่องยนต์เบนซิน

LD = ยานพาหนะประเภทเครื่องยนต์ดีเซลเบา

HD = ยานพาหนะประเภทเครื่องยนต์ดีเซลหนัก

ที่มา: Kawashima *et al.* (2005)

2.1.1 ค่าปริมาณการปลดปล่อยของยานพาหนะแต่ละชนิด โดยใช้ข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 9 ปริมาณการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยง่ายของรถแต่ละชนิดในประเทศไทย

สารมลพิษ	จักรยานยนต์ g/km/vehicle	เครื่องยนต์เบน ซิน g/km/vehicle	เครื่องยนต์ดีเซลเบา g/km/vehicle	เครื่องยนต์ดีเซล หนัก g/km/vehicle
เบนซิน	0.080	0.023	0.001	0.00047
เอทิลเบน ซิน	0.00015	0.00009	0.00011	0.00006
โทลูอิน	0.015	0.010	0.011	0.006
ไซลีน	0.00026	0.00017	0.00019	0.00010

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2008)

2.1.2 ปริมาณยานพาหนะ ทำการตรวจนับปริมาณยานพาหนะแต่ละประเภทจากกล้องบันทึกภาพ ในช่วงเวลาเร่งด่วน (7.00 - 9.00 น. และ 16.00 -19.00 น.) และนอกช่วงเวลาเร่งด่วน (10.00 – 15.00 น.) โดยทำการแบ่งประเภทยานพาหนะเป็น 4 ชนิดตาม กรมควบคุมมลพิษ คือจักรยานยนต์, เครื่องยนต์เบนซิน, เครื่องยนต์ดีเซลเบา และเครื่องยนต์ดีเซลหนัก

2.2 ค่า Geometry ทำการเก็บค่าพิกัด GPS เมื่อถึงต้นของพื้นที่แล้วนำไปหาดำแหน่งของพื้นที่จากโปรแกรม Google Earth เพื่อนำไปสร้างแผนที่ในแบบจำลอง CALINE4 และตำแหน่งจุดตรวจวัด ในเชิงพิกัด X,Y

2.3 ข้อมูลสภาพทางอุตุนิยมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ ของสถานีตรวจวัดอุตุนิยวิทยาลัยสงฆ์นครพนม โดยมิชนิดข้อมูลดังต่อไปนี้

2.3.1 ทิศทาง และความเร็วลม ทำการเฉลี่ยข้อมูลโดยใช้โปรแกรม WRPLOT View

2.3.2 อุณหภูมิ

2.3.3 สภาวะคงตัวบรรยากาศ

3. การเปรียบเทียบปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายจากการตรวจวัดและการทำนายด้วยแบบจำลอง CALINE4

ทำการเปรียบเทียบด้วยวิธี Paired Sample T-Test ของโปรแกรม SPSS ซึ่งเป็น การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มสองกลุ่มตัวอย่าง เมื่อข้อมูลตัวอย่างที่จะทดสอบ มีความสัมพันธ์กัน และกลุ่มประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีการตั้งสมมติฐานดังนี้

H_0 : ค่าเฉลี่ยของสองกลุ่มประชากร ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยของสองกลุ่มประชากรแตกต่างกัน

เมื่อ $Sig < 0.05$ ยอมรับ H_1

$Sig \geq 0.05$ ปฏิเสธ H_1

โดยแทนค่าให้ประชากรกลุ่มที่ 1 เป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัด และกลุ่มที่ 2 เป็นค่า ประชากรที่ได้จากการทำนายด้วยแบบจำลอง CALINE4

4. แผนที่เส้นความเข้มข้น (Dispersion)

ใช้ค่าปริมาณความเข้มข้นของสาร BTEX จากการทำนายด้วยแบบจำลอง CALINE4 ในการเขียนแผนที่เส้นความเข้มข้นด้วยโปรแกรม SURFER Version 9

5. การประเมินความเสี่ยงบุคคลที่ยืนรอรถประจำทางริมถนน

ประเมินความเสี่ยงไอระเหยของสารอินทรีย์ระเหยง่ายกลุ่ม BTEX โดยใช้ปริมาณความเข้มข้นสาร BTEX ที่ได้จากการทำนายด้วยแบบจำลอง กำหนดค่าดังตารางที่ 7 และทำการแบ่ง การประเมินความเสี่ยงเป็น 2 ประเภทดังนี้

5.1 ความเสี่ยงจากสารเคมีที่เป็นอันตรายเรื้อรังแบบไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง (Noncarcinogenic Effect) โดยทำการประเมินจากความเข้มข้นของสารทั้ง 4 ชนิดคือ เบนซีน, โทลูอิน, เอทิลเบนซีน และไซลีน ตามสมการที่ 2

5.2 ความเสี่ยงจากสารเคมีที่เป็นอันตรายเรื้อรังแบบก่อให้เกิดมะเร็ง (Carcinogenic Effect) โดยทำการประเมินเฉพาะความเข้มข้นของสารเบนซีนเท่านั้น เนื่องจากสารเบนซีน จัดอยู่ในประเภทสารก่อมะเร็งอันดับ 1 ตาม US. EPA. คำนวณค่าความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดมะเร็งตามสมการที่ 3

ตารางที่ 10 ค่าที่ใช้ในการประเมินการได้รับ BTEX และความเสี่ยงทางสุขภาพของผู้รอดโดยสารประจำทาง

ค่าที่ใช้คำนวณ	ปริมาณ
อัตราการหายใจ	0.83 m ³ /hr
เวลาที่สัมผัสมลพิษ (ระยะเวลาการรอดโดยสาร)	60 นาที
ความถี่ที่สัมผัส	260 day/year
น้ำหนักตัว	70 kg
เวลาเฉลี่ยตลอดอายุขัย	70 ปี
Slope factor	0.0273 (mg/kg-day) ⁻¹ สำหรับ เบนซีน
Reference dose	0.00857, 1.43, 0.286 และ 0.0286 (mg/kg-day) ⁻¹ สำหรับ BTEX ตามลำดับ

ที่มา: US.EPA (2010)

ผลและวิจารณ์

1. ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

ผลการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของสาร BTEX แต่ละชนิด พบว่าสารเบนซีนมีความเข้มข้นสูงสุด โดยมีความเข้มข้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.47-15.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ คิดเป็นร้อยละ 76 ของปริมาณความเข้มข้นของสารแต่ละชนิด รองลงมาคือสาร โทลูอิน ไซลีน และเอทิลเบนซีน ซึ่งมีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.841-3.92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 0.017-0.099 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ และ 0.007-0.049 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามลำดับ

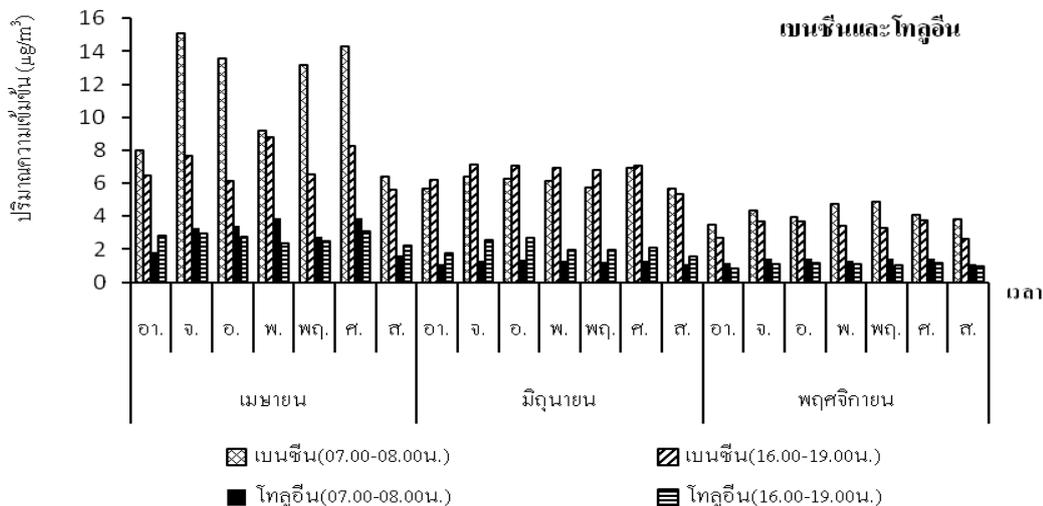
ผลการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของสาร BTEX ในแต่ละเดือนพบว่า ในเดือน เมษายน มีปริมาณความเข้มข้นสูงสุด คือร้อยละ 47 ของปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยสารเบนซีนในแต่ละเดือน รองลงมาคือเดือนมิถุนายน และเดือนพฤศจิกายน

1.1. สารเบนซีน

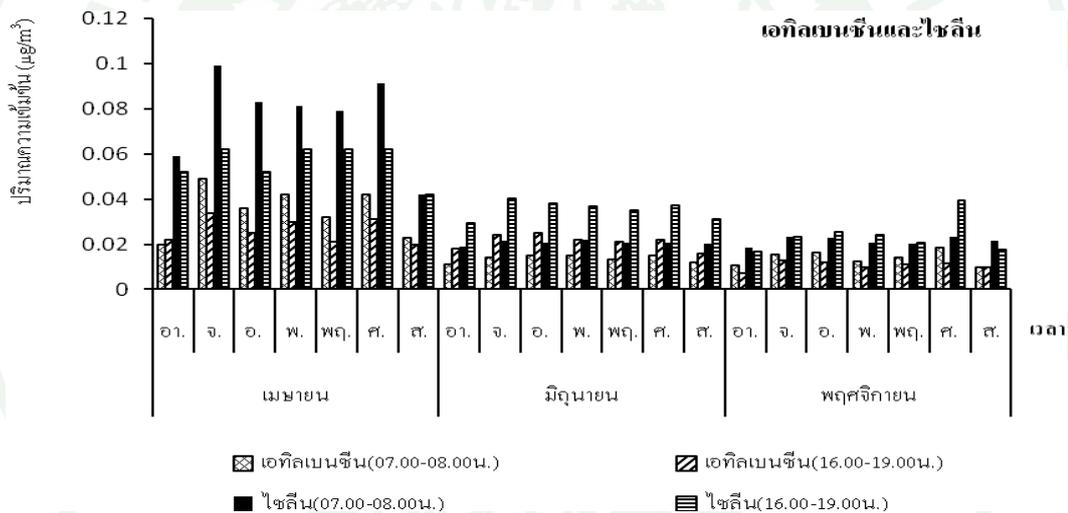
พบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารเบนซีนมีค่าเฉลี่ย 6.44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ โดยในเวลา 07.00-09.00 น. (ช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเช้า) มีปริมาณความเข้มข้นอยู่ในช่วง 3.47-15.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ส่วน ปริมาณความเข้มข้นของสารเบนซีนในช่วงเวลา 16.00-19.00น. (เร่งด่วนในตอนเย็น) ซึ่งมีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง 2.63-5.66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ดังแสดงในภาพที่ 15 ก

1.2 สารโทลูอิน

พบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอินมีค่าเฉลี่ย 3.931 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ โดยในเวลา 07.00-09.00 น. (ช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเช้า) มีปริมาณความเข้มข้นอยู่ในช่วง 1.104-3.92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ส่วนปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอินในเวลา 16.00-19.00น.(ช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเย็น) ซึ่งมีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.841-3.142 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ดังแสดงในภาพที่ 15 ก



ก. ปริมาณความเข้มข้นของสารเบนซีน และโทลูอีน



ข. ปริมาณความเข้มข้นของสารเอทิลเบนซีน และไซลีน

ภาพที่ 15 ปริมาณความเข้มข้นของสาร BTEX จากการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

1.3 สารเอทิลเบนซีน

ตามภาพที่ 15 ข พบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารเอทิลเบนซีน มีค่าเฉลี่ย 0.02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ โดยในเวลา 07.00-09.00 น. (ช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเช้า) มีปริมาณความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.010-0.049 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ส่วนปริมาณความเข้มข้นของสารเอทิลเบนซีนในเวลา 16.00-19.00 น. (ช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเย็น) ซึ่งมีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.007-0.034 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

1.4 สารไซลีน

ตามภาพที่ 15 ข พบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารไซลีน มีค่าเฉลี่ย 0.039 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ โดยในเวลา 07.00-08.00 น. (ช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเช้า) มีปริมาณความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.010-0.024 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ส่วนปริมาณความเข้มข้นของสารไซลีนในเวลา 16.00-19.00 น. (ช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเย็น) ซึ่งมีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.019-0.099 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

ซึ่งมีปริมาณความเข้มข้นของสาร BTEX ใกล้เคียงกับปริมาณความเข้มข้นของ สำนักงานจัดการคุณภาพอากาศ และเสียงปี 2551 ซึ่งมีความเข้มข้นของสาร BTEX ดังแสดงในตารางที่ 8

จากตารางที่ 8 พบว่าปริมาณของสาร BTEX มีแนวโน้มลดลงจากปี 2549 เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของเชื้อเพลิง โดยในปัจจุบันมีการใช้เชื้อเพลิง ก๊าซ LPG ร่วมกับเชื้อเพลิงเบนซีน และ ก๊าซเชื้อเพลิง LPG ร่วมกับเชื้อเพลิงดีเซล เพิ่มขึ้น

โดยจำนวนรถสะสมของก๊าซ LPG ร่วมกับเชื้อเพลิงเบนซีนในปี 2550 (164,843 คัน) ถึงปี 2551 (515,740 คัน) เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 212.87 และจำนวนรถสะสมจากปี 2551 เพิ่มขึ้นในปี 2552 (548,765) คิดเป็นร้อยละ 6.4 ส่วนจำนวนรถสะสมของ ก๊าซเชื้อเพลิง LPG ร่วมกับเชื้อเพลิงดีเซล เพิ่มขึ้นจากจำนวนรถสะสมในปี 2550 (933 คัน) ถึงปี 2551 (5,664 คัน) คิดเป็นร้อยละ 507 ส่วนจำนวนรถสะสมในปี 2552 มีแนวโน้มลดลง (กรมการขนส่งทางบก, 2553) ซึ่งเชื้อเพลิงประเภทแก๊สจะปลดมลพิษประเภท Hydrocarbon และ Carbon Monoxide น้อย แต่จะมีปลดมลพิษประเภท NOx สูง (พลพร, 2537) จึงทำให้การตรวจพบปริมาณมลพิษของสาร BTEX ลดลงจากอดีต

2. ผลจากการทำนาย

2.1 สัดส่วนและปริมาณยานพาหนะบนถนนพหลโยธินจากพหลโยธินซอย 9 ถึง พหลโยธินซอย 15

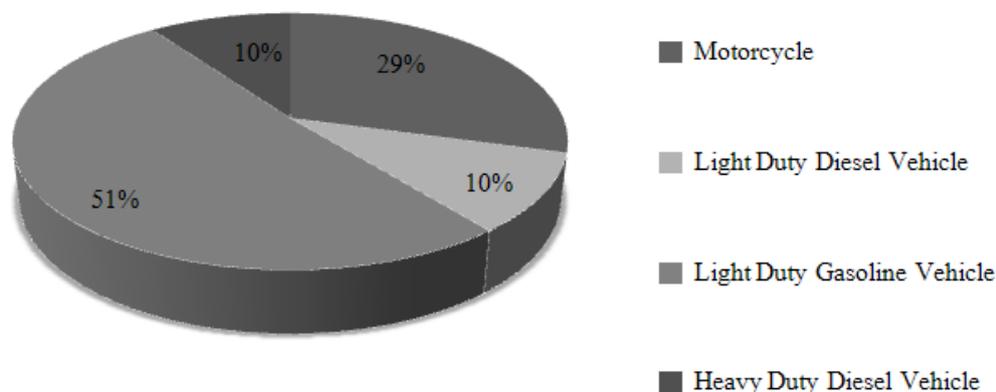
ในการศึกษาสัดส่วนและปริมาณจราจรบนถนนพหลโยธินจากพหลโยธินซอย 9 ถึง พหลโยธินซอย 15 ได้ทำการแบ่งรถออกเป็น 4 ประเภท ดังแสดงในภาพที่ 16 ประกอบด้วย

2.1.1 เครื่องยนต์เบนซินเบา (Light Duty Gasoline Vehicle: LG) ร้อยละ 51

2.1.2 จักรยานยนต์ (Motorcycle: MC) ร้อยละ 29

2.1.3 เครื่องยนต์เบนซินเบา (Light Duty Diesel Vehicle: LD) ร้อยละ 10

2.1.4 เครื่องยนต์ดีเซลหนัก (Heavy Duty Diesel Vehicle: HD) ร้อยละ 10



ภาพที่ 16 สัดส่วนร้อยละประเภทของยานพาหนะบนถนนพหลโยธิน บริเวณแยกสะพานควาย

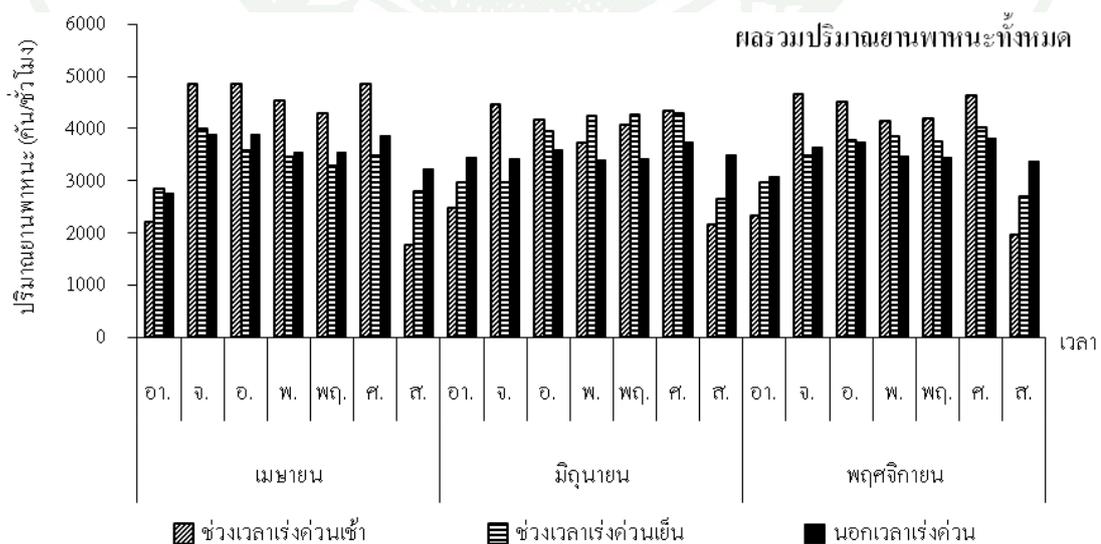
ขณะที่สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง (2551) ได้ติดตามตรวจสอบมลพิษจากยานพาหนะใช้งานในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวนรวมทั้งสิ้น 3,038 คัน แบ่งเป็นรถที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินร้อยละ 40 (1,212 คัน) และรถที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลร้อยละ 60 (1,826 คัน)

แบ่งปริมาณยานพาหนะ เป็น 3 ช่วงเวลาคือ 07.00-08.00 น. (ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า) 16.00-19.00 น. (ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น) และ 09.00-15.00 น. (ช่วงนอกเวลาเร่งด่วน) พบว่าในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้ามีปริมาณยานพาหนะสูงสุด

โดยมีปริมาณยานพาหนะอยู่ในช่วง 1,760-4,850 คัน รองลงมาคือ ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น และนอกเวลาเร่งด่วน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 2,687-4,267 คัน และ 2,853-4,027 คัน ตามลำดับ โดยปริมาณยานพาหนะในแต่ละวันพบว่า ในหยุดสุดสัปดาห์จะมีปริมาณยานพาหนะในช่วงนอกเวลาเร่งด่วน และช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นมากกว่าในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ส่วนในวันธรรมดาจะพบว่ามีปริมาณยานพาหนะในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า และเย็นสูงกว่าในช่วงนอกเวลาเร่งด่วน

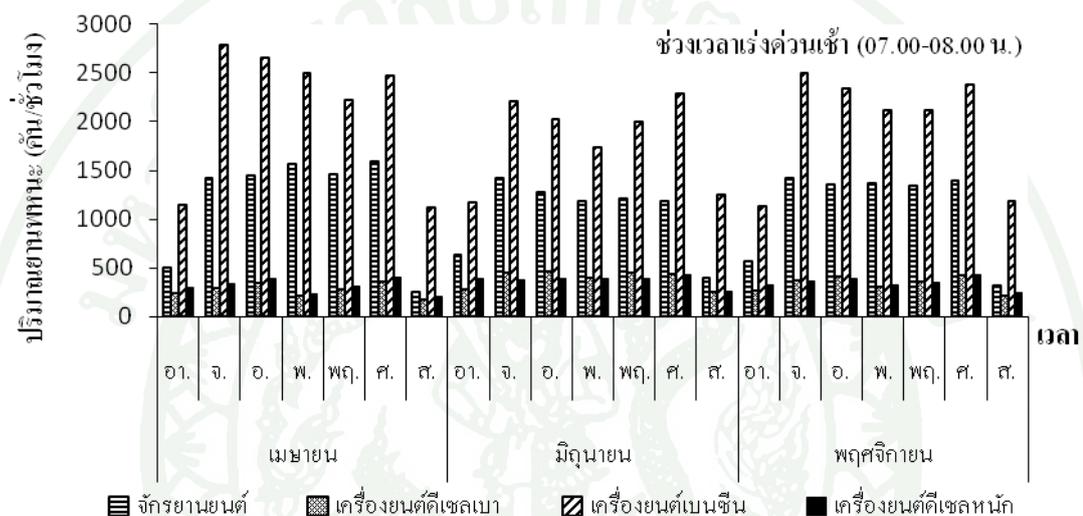
เนื่องจากในวันธรรมดาสวนใหญ่ประชาชนจะใช้นรถในการสัญจรเดินทางไปทำงาน และกลับจากการทำงาน ดังนั้นจึงทำให้มีปริมาณยานพาหนะมีปริมาณสูงในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า และเย็นดังแสดงในภาพที่ 17

ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับสำนักงานจราจร และขนส่ง (2552) ได้รายงานว่ามีปริมาณยานพาหนะในเขตกรุงเทพมหานครบริเวณแยกสะพานควายพบว่ามีปริมาณยานพาหนะในช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเช้า 3,031 คัน/ชั่วโมง นอกช่วงเวลาเร่งด่วน 2,754 คัน/ชั่วโมง และช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเย็น 2,938 คัน/ชั่วโมง เฉลี่ยปริมาณยานพาหนะรายวันคือ 2,907 คัน/ชั่วโมง

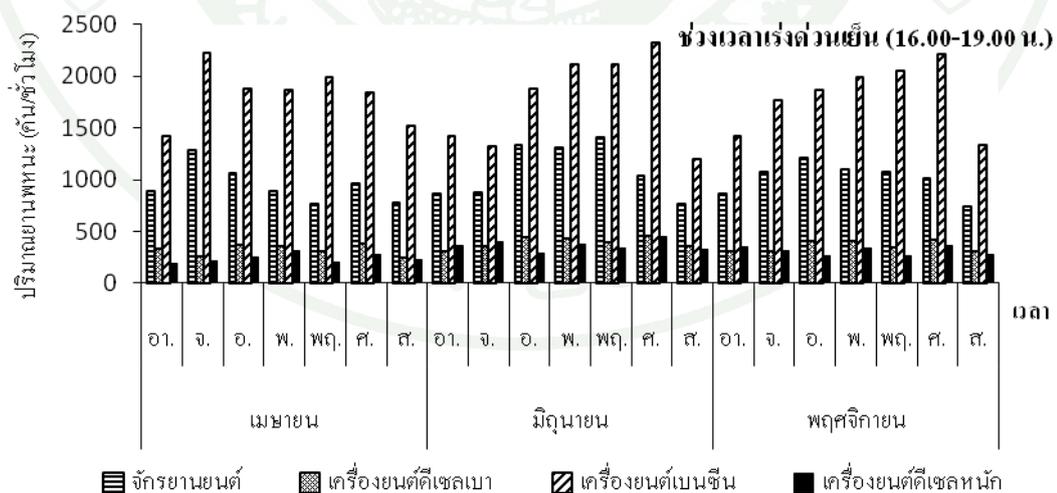


ภาพที่ 17 ผลรวมปริมาณยานพาหนะทั้งหมด

ผลการสำรวจปริมาณยานพาหนะในแต่ละช่วงเวลานาน 1 สัปดาห์ ในเดือนเมษายน มิถุนายน และพฤศจิกายน พบว่ามีปริมาณยานพาหนะแต่ละวันมีปริมาณแตกต่างกัน โดยพบปริมาณยานพาหนะในวันศุกร์ และวันจันทร์มีปริมาณยานพาหนะสูงสุด รองลงมาเป็นวันอังคาร พุธ และพฤหัสบดี ซึ่งในแต่ละวันจะพบปริมาณยานพาหนะประเภทเครื่องยนต์เบนซินสูงสุด รองลงมาเป็นยานพาหนะประเภท จักรยานยนต์ เครื่องยนต์ดีเซลเบา และเครื่องยนต์ดีเซลหนัก ตามลำดับดังแสดงในภาพที่ 18

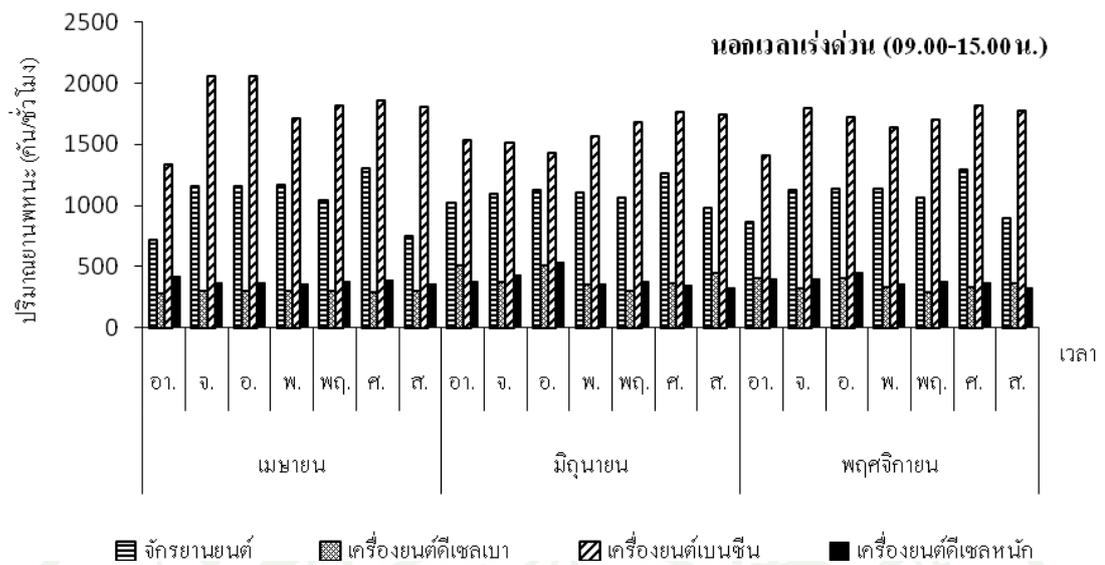


ก. ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า



ข. ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

ภาพที่ 18 ยานพาหนะแต่ละชนิดเฉลี่ยรายชั่วโมง

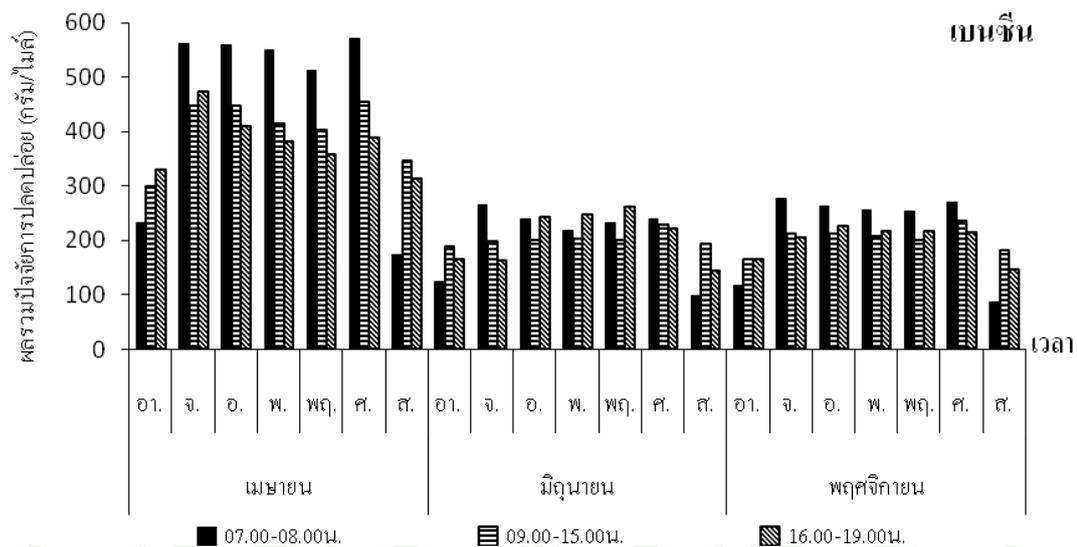


ค. นอกช่วงเวลาร่งด่วน

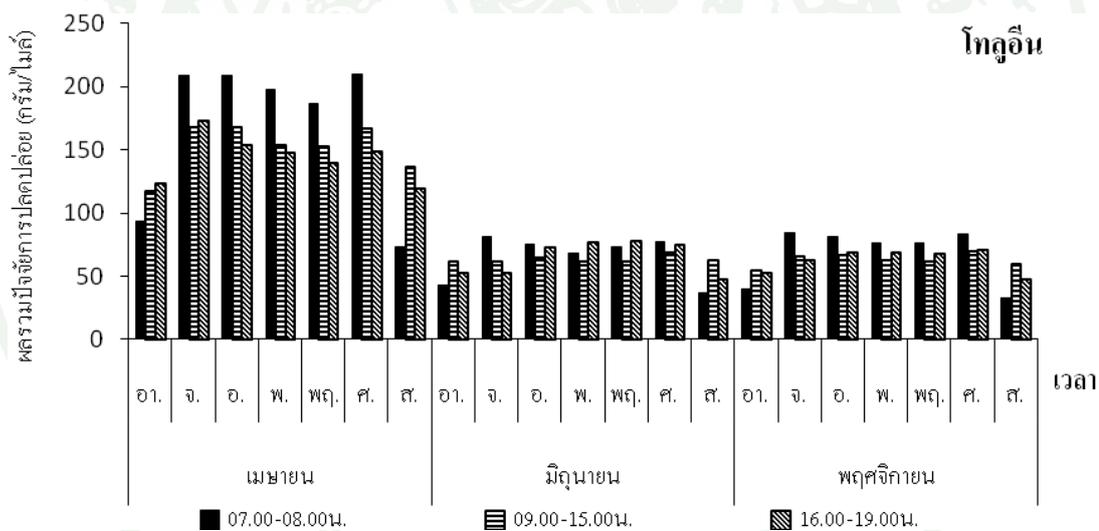
ภาพที่ 18 (ต่อ)

2.2 ปริมาณการปลดปล่อยของยานพาหนะบริเวณแยกสะพานควาย

ผลการคำนวณปริมาณยานพาหนะกับค่าปัจจัยการปลดปล่อยของยานพาหนะแต่ละประเภทตามตารางที่ 8 แต่เนื่องจากเดือนเมษายนมีปริมาณอุณหภูมิสูงมาก จึงเพิ่มปัจจัยการระเหยจากเครื่องยนต์ ตามตารางที่ 1 เข้าไปด้วย ทำให้เดือนเมษายนมีปริมาณการปลดปล่อยสูงสุดในเดือนมิถุนายน และพฤศจิกายนไม่ได้เพิ่มปัจจัยการระเหยจากเครื่องยนต์เข้าไปจึงพบว่ามีปริมาณการปลดปล่อยใกล้เคียงกัน ดังแสดงในภาพที่ 19

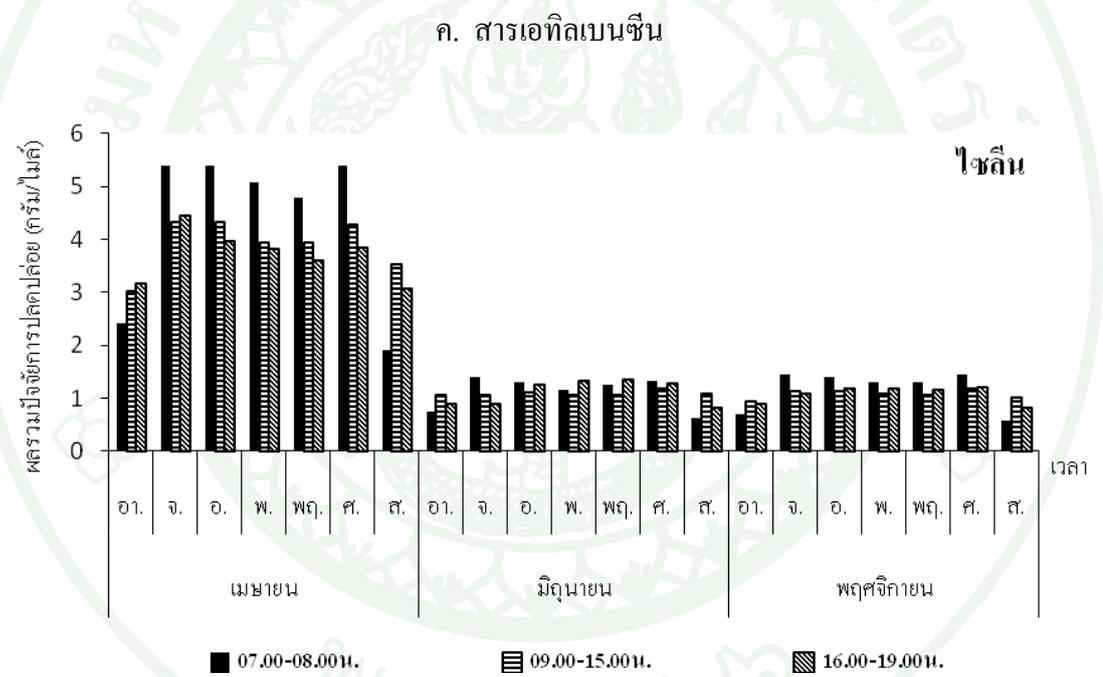
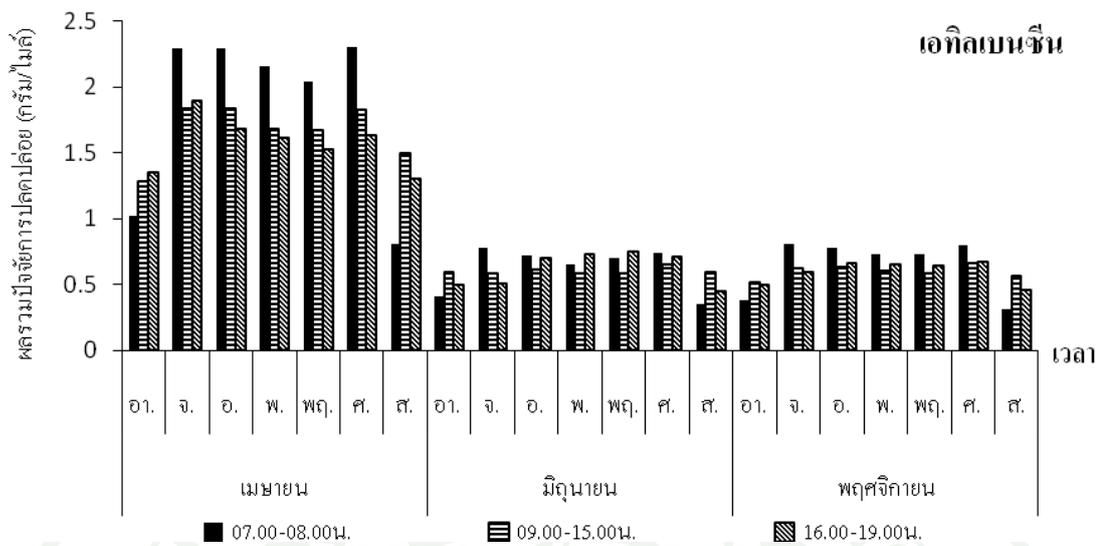


ก. สารเบนซิน



ข. สารโทลูอีน

ภาพที่ 19 ผลรวมปริมาณการปลดปล่อยของยานพาหนะบริเวณแยกสะพานควายเฉลี่ยรายชั่วโมง

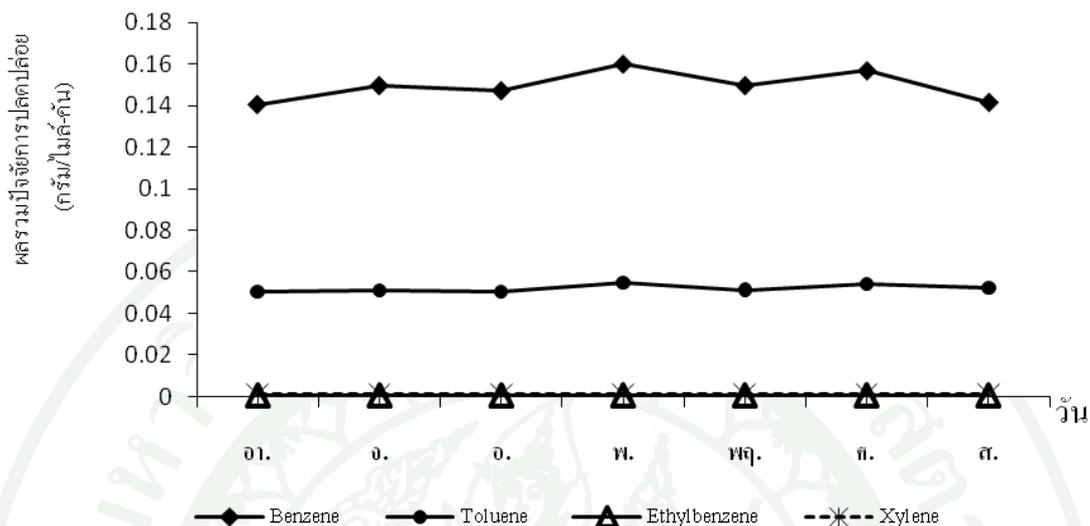


ง. สารไซลีน

ภาพที่ 19 (ต่อ)

ค่าเฉลี่ยปริมาณการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยง่ายกลุ่ม BTEX บริเวณถนนพหลโยธินซอย 9 ถึงซอย 15 พบว่ามีปริมาณการปลดปล่อยของสารเบนซีนสูงสุดมีค่าในช่วง 0.14-0.16 กรัม/ไมล์-คัน รองลงคือสารโทลูอีน ไซลีน และเอทิลเบนซีน ซึ่งมีค่า อยู่ในช่วง 0.050-0.054

กรัม/ไมล์-คัน, 5.20×10^{-4} - 5.64×10^{-4} กรัม/ไมล์-คัน และ 1.10×10^{-3} - 1.94×10^{-3} กรัม/ไมล์-คัน ตามลำดับ ดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 ค่าเฉลี่ยผลรวมปัจจัยการปลดปล่อยต่อยานพาหนะ 1 คัน

Majumdar *et al.* (2008) ได้ทำการศึกษาหาปริมาณปัจจัยการปลดปล่อยของยานพาหนะของสารเบนซีน, โทลูอีน, เอทิลเบนซีน และไซลีน มีค่าดังนี้ 0.04, 0.07, 0.02 และ 0.05 g/mile-vehicle ตามลำดับ

Kawashima *et al.* (2005) ทำการศึกษาหาปัจจัยการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยแต่ละชนิดของยานพาหนะแต่ละประเภทโดยทำการแบ่งประเภทยานพาหนะเป็น 3 ประเภทคือ

1. ยานพาหนะประเภทเครื่องยนต์เบา (ปัจจัยการปลดปล่อยของสาร BTEX คือ 6.9×10^{-3} , 0.029, 4.13×10^{-3} , 5.31×10^{-3} g/mile-vehicle)
2. ยานพาหนะประเภทเครื่องยนต์หนัก (ปัจจัยการปลดปล่อยของสาร BTX คือ 0.015, 0.026 และ 3.22×10^{-3} g/mile-vehicle ส่วนสารเอทิลเบนซีนไม่พบปัจจัยการปลดปล่อย)
3. มอเตอร์ไซค์ ไม่พบปัจจัยการปลดปล่อย

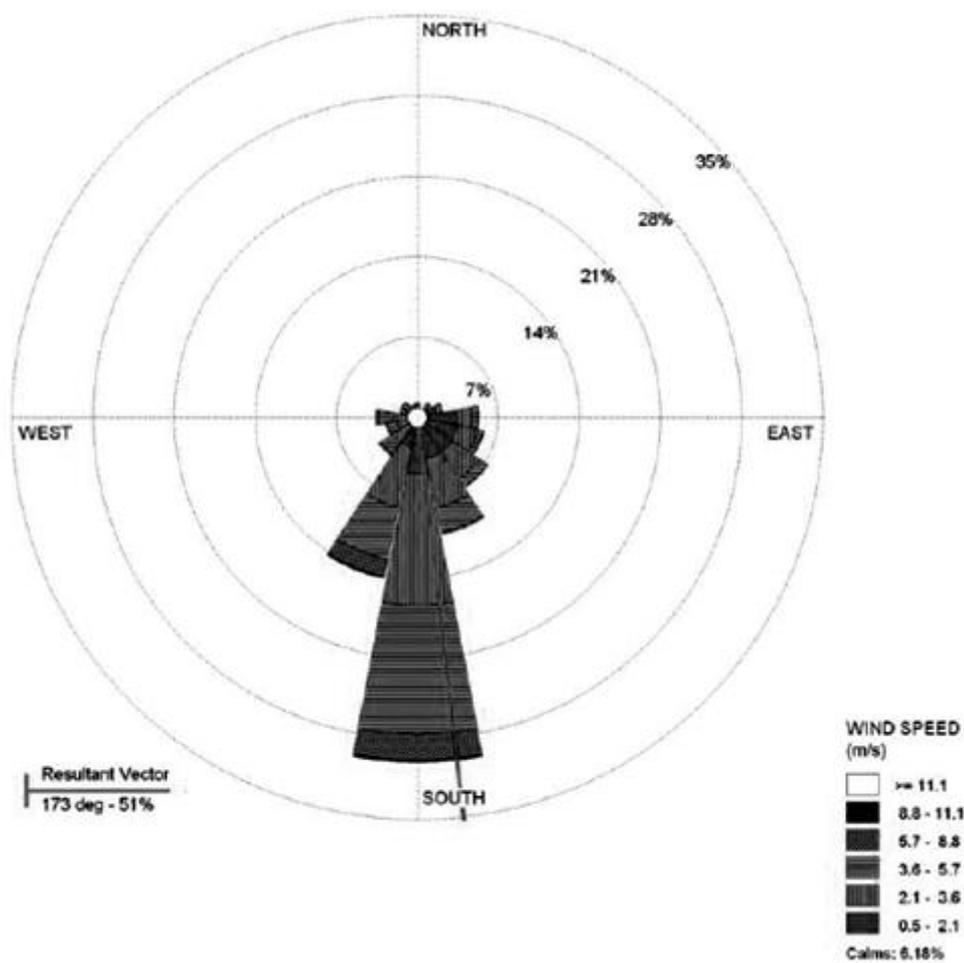
สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง (2551) รายงานว่า ยานพาหนะที่ระบายมลพิษทางอากาศเกินมาตรฐานมากที่สุด คือ รถตู้ คิดเป็นร้อยละ 87 รองลงมา ได้แก่ รถสามล้อเครื่อง 2 จังหวะ รถยนต์เบนซินที่ไม่ติดตั้ง Catalytic Converter รถยนต์สี่ล้อเล็ก รถบรรทุกขนาดเล็ก (ปิกอัพ) และรถยนต์เบนซินส่วนบุคคลที่ติดตั้ง Catalytic Converter คิดเป็นร้อยละ 82, 78, 74, 62 และ 61 ตามลำดับ

2.3 ข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยา

โดยใช้ข้อมูลรายชั่วโมงของสถานีอุตุนิยมวิทยาสนามบินดอนเมือง กรมอุตุนิยมวิทยา ความสูงของลมเหนือพื้นดิน 5 เมตร ซึ่งมีข้อมูลดังนี้ ความเร็ว และทิศทางลม อุณหภูมิ ปริมาณเมตร เฉลี่ย 15 ปีย้อนหลัง ของเดือน เมษายน มิถุนายน พฤศจิกายน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536-2551

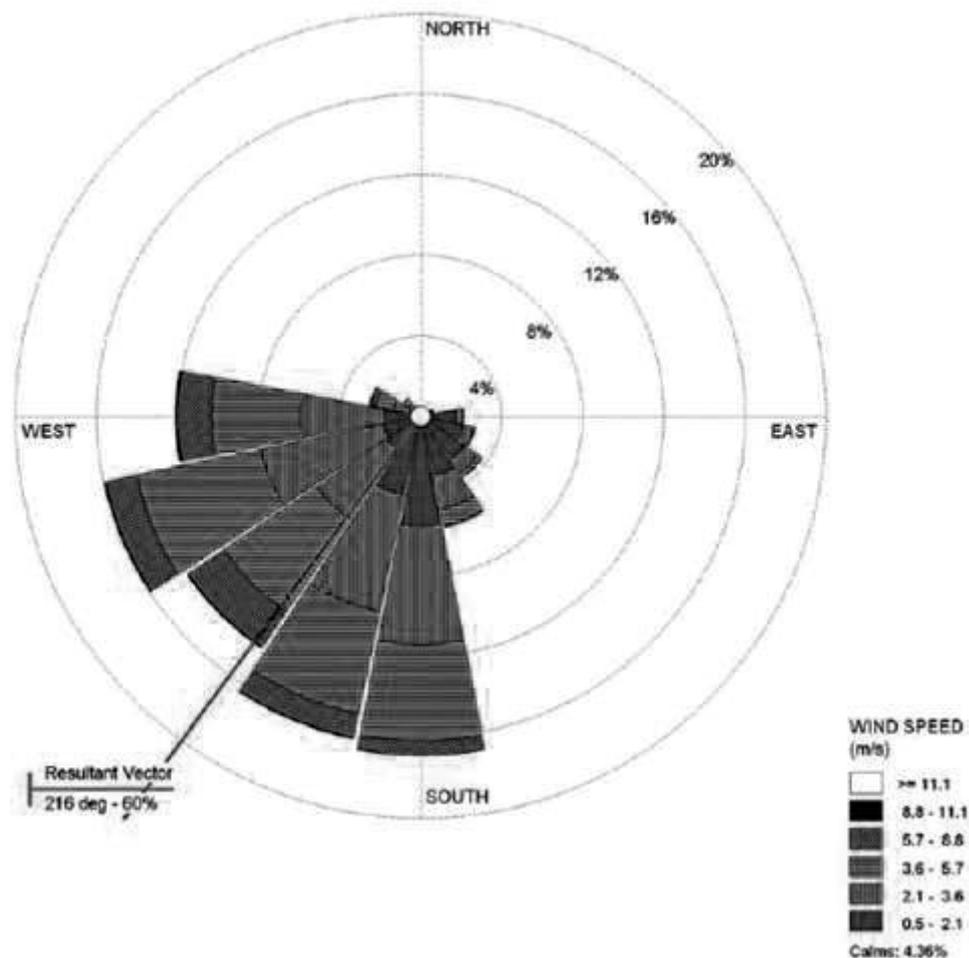
2.3.1 ข้อมูลทิศทางและความเร็วลม

ความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางกับความเร็วม โดยการคำนวณด้วยโปรแกรม WRPLOT View พบว่าทั้งสามเดือนจะมีทิศทางที่แตกต่างกัน เนื่องจากทั้งสามเดือนเป็นช่วงการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลในระยะเวลา 1 ปี (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2553) โดยเดือนเมษายน จะเป็นตัวแทนของฤดูร้อน มีทิศทางลมหลักอยู่ที่ 173 องศา ส่วนเดือนมิถุนายนเป็นตัวแทนฤดูฝน และเดือนพฤศจิกายนเป็นตัวแทนฤดูหนาว ซึ่งมีทิศทางลมหลัก อยู่ที่ 216 และ 18 องศา ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 21, ภาพที่ 22 และภาพที่ 23



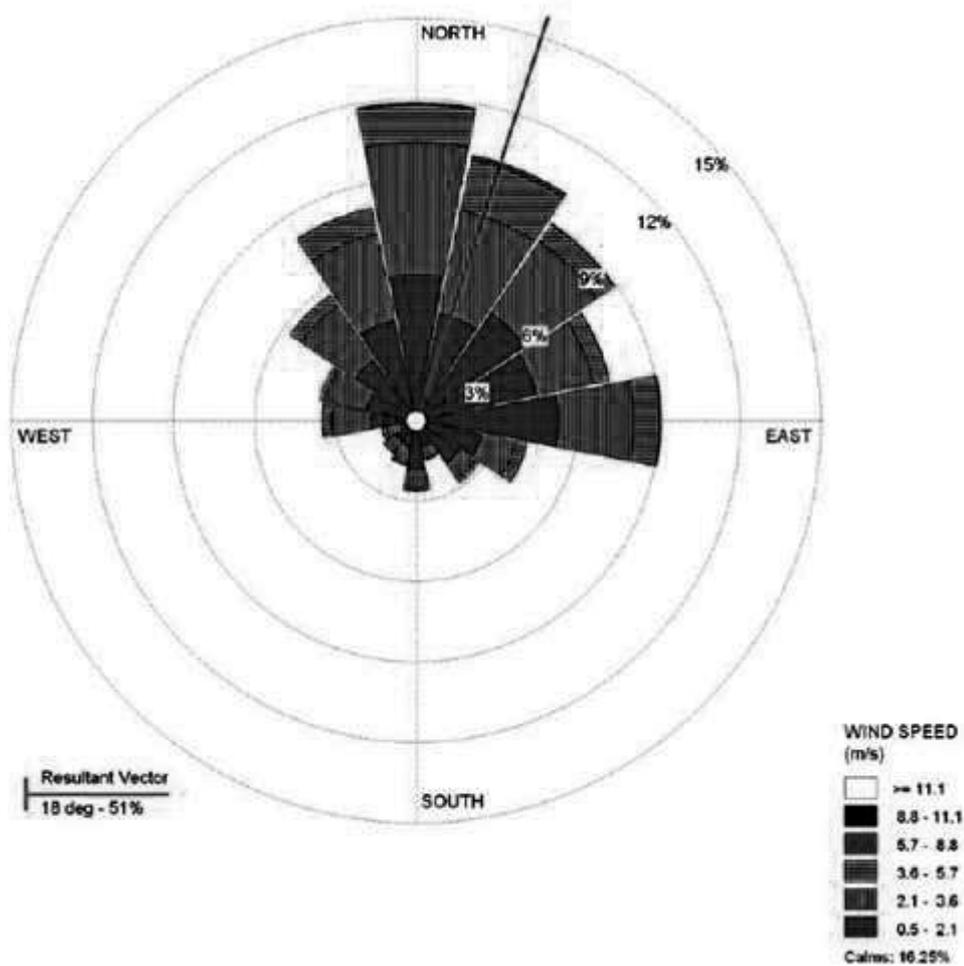
เวลา	ทิศทางลม	เวลา	ทิศทางลม	เวลา	ทิศทางลม
01.00 น.	175	09.00 น.	155	17.00 น.	183
02.00 น.	171	10.00 น.	181	18.00 น.	179
03.00 น.	158	11.00 น.	193	19.00 น.	180
04.00 น.	141	12.00 น.	195	20.00 น.	180
05.00 น.	118	13.00 น.	197	21.00 น.	180
06.00 น.	110	14.00 น.	194	22.00 น.	180
07.00 น.	109	15.00 น.	197	23.00 น.	179
08.00 น.	125	16.00 น.	193	24.00 น.	176

ภาพที่ 21 ทิศทางลมเฉลี่ยรายเดือน 15 ปีซ้อนหลัง เดือนเมษายน



เวลา	ทิศทางลม	เวลา	ทิศทางลม	เวลา	ทิศทางลม
01.00 น.	208	09.00 น.	217	17.00 น.	215
02.00 น.	208	10.00 น.	227	18.00 น.	208
03.00 น.	212	11.00 น.	236	19.00 น.	207
04.00 น.	211	12.00 น.	237	20.00 น.	206
05.00 น.	212	13.00 น.	242	21.00 น.	205
06.00 น.	207	14.00 น.	236	22.00 น.	204
07.00 น.	202	15.00 น.	231	23.00 น.	206
08.00 น.	209	16.00 น.	221	24.00 น.	205

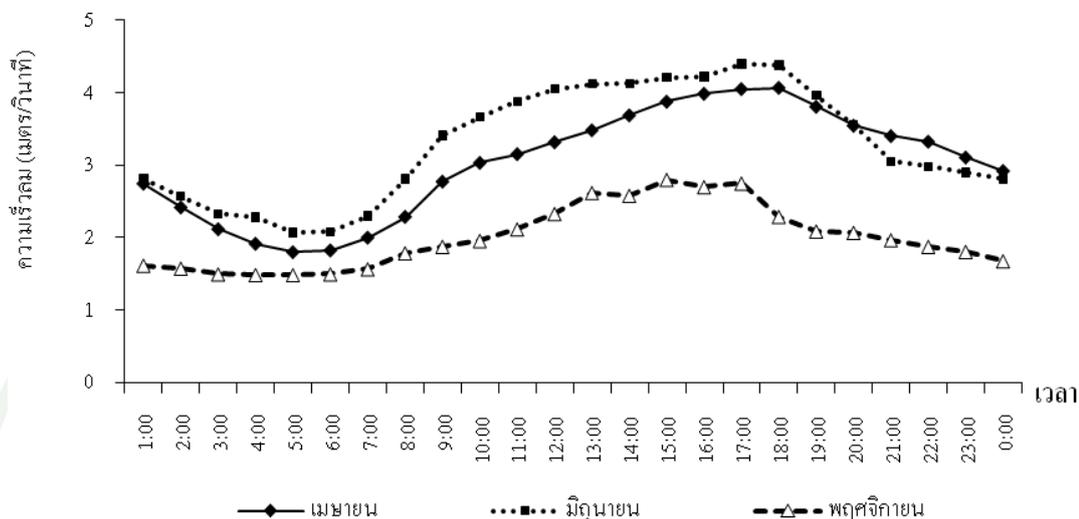
ภาพที่ 22 ทิศทางลมเฉลี่ยรายเดือน 15 ปี ช้อนหลัง เดือนมิถุนายน



เวลา	ทิศทางลม	เวลา	ทิศทางลม	เวลา	ทิศทางลม
01.00 น.	12	09.00 น.	41	17.00 น.	17
02.00 น.	8	10.00 น.	44	18.00 น.	1
03.00 น.	8	11.00 น.	37	19.00 น.	353
04.00 น.	11	12.00 น.	41	20.00 น.	354
05.00 น.	11	13.00 น.	34	21.00 น.	4
06.00 น.	12	14.00 น.	36	22.00 น.	7
07.00 น.	17	15.00 น.	28	23.00 น.	11
08.00 น.	29	16.00 น.	19	24.00 น.	13

ภาพที่ 23 ทิศทางลมเฉลี่ยรายเดือน 15 ปีซ้อนหลัง เดือนพฤศจิกายน

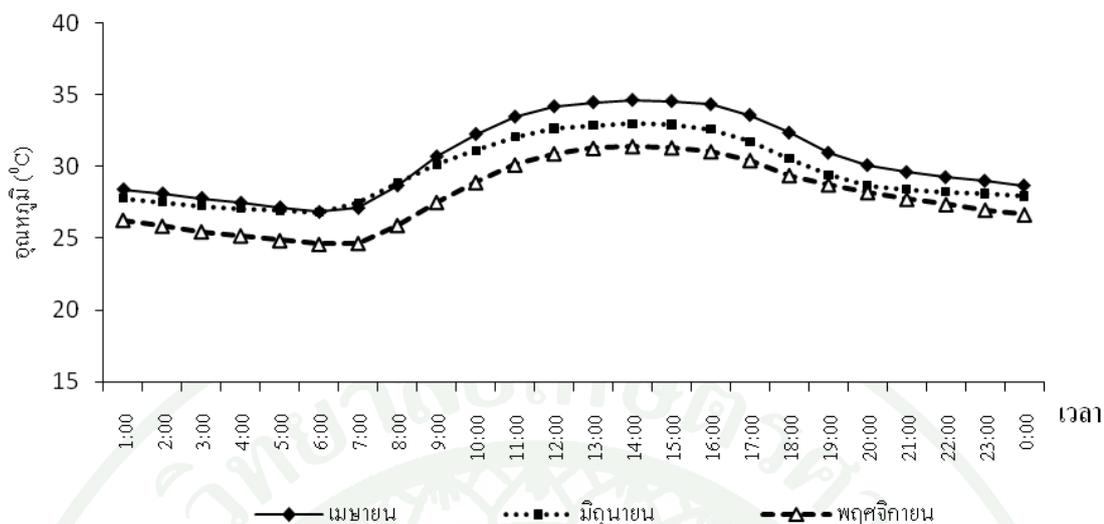
ปริมาณความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมงย้อนหลัง 15 ปี พบว่า เดือนมิถุนายนมีความเร็วลมสูงสุด รองลงมาคือเดือน เมษายน และพฤศจิกายน โดยมีความเร็วลมอยู่ในช่วงระหว่าง 2.07- 4.4 m/s, 1.5 - 3.98 m/s และ 1.9 -2.47 m/s ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 24



ภาพที่ 24 ความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมง 15 ปีย้อนหลัง เดือนเมษายน มิถุนายน และพฤศจิกายน

2.3.2 ปริมาณอุณหภูมิจ

ปริมาณอุณหภูมิจเฉลี่ยรายชั่วโมงย้อนหลัง 15 ปี พบว่า ในเดือนเมษายนมีอุณหภูมิจสูงสุดรองลงมาคือเดือนมิถุนายน และพฤศจิกายน โดยในช่วงระหว่างวันอุณหภูมิจจะเริ่มมีค่าสูงขึ้นตั้งแต่ช่วงเวลา 8.00 -15.00 น และจะเริ่มมีอุณหภูมิจลดต่ำลงหลังช่วงเวลา 15.00 น เป็นต้นไปดังแสดงในภาพที่ 25



ภาพที่ 25 อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมง 15 ปีย้อนหลังเดือน เมษายน มิถุนายน และพฤศจิกายน

2.3 ปริมาณความเข้มข้นของสาร BTEX ที่ได้จากการทำนายด้วยแบบจำลอง CALINE 4

ผลจากการทำนายปริมาณความเข้มข้นของสาร BTEX ด้วยแบบจำลอง CALINE4 พบว่า มีปริมาณสารเบนซีนสูงสุด รองลงมาคือสารโทลูอีน ไซลีน และเอทิลเบนซีน โดยปริมาณความเข้มข้นของสาร BTEX แต่ละชนิดพบว่ามีค่าแปรผันตามกับค่าปัจจัยการปลดปล่อย

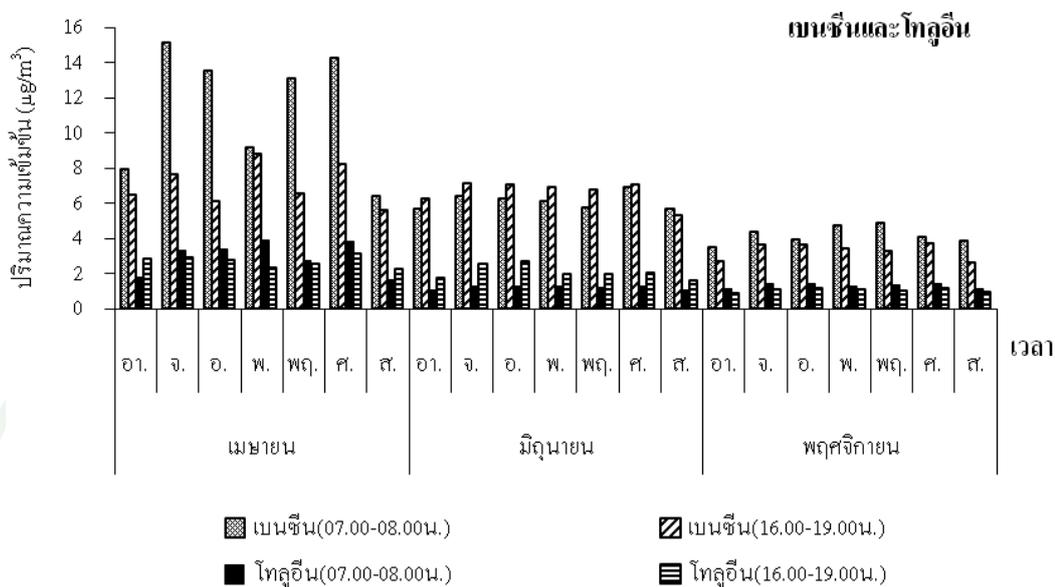
2.3.1. สารเบนซีน

พบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารเบนซีนมีค่าเฉลี่ย $4.91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ โดยในเวลา 7.00-9.00 น. (ช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเช้า) มีปริมาณความเข้มข้นอยู่ในช่วง $3.01-10.17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ส่วน ปริมาณความเข้มข้นของสารเบนซีนในช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเย็น (16.00-19.00น.) ซึ่งมีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง $2.58-6.85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ดังแสดงในภาพที่ 26 ก

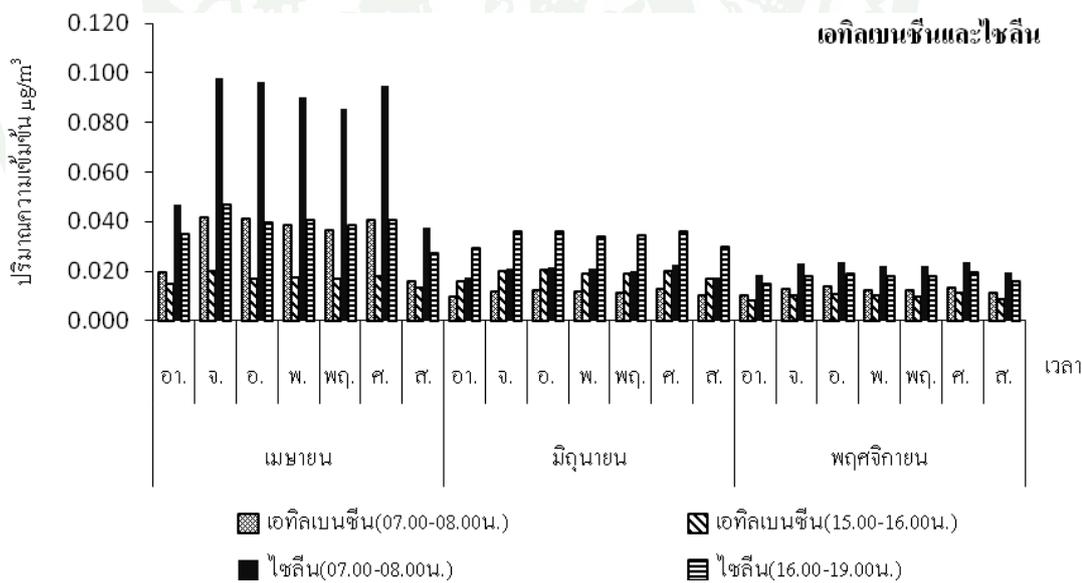
2.3.2 สารโทลูอีน

พบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอีนมีค่าเฉลี่ย $1.66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ โดยในเวลา 7.00-9.00 น. (ช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเช้า) มีปริมาณความเข้มข้นอยู่ในช่วง $1.00-3.81 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ส่วน

ปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอินในเวลา 16.00-19.00น.(ช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเย็น) ซึ่งมีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.86-2.09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ดังแสดงในภาพที่ 26 ก



ก. ปริมาณความเข้มข้นของสารเบนซีน และโทลูอิน



ข. ปริมาณความเข้มข้นของสารเอทิลเบนซีน และไซลีน

ภาพที่ 26 ปริมาณความเข้มข้นของสาร BTEX จากการทำนายด้วยแบบจำลอง CALINE4

2.3.3 สารเอทิลเบนซีน

ตามภาพที่ 26 ข พบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารเอทิลเบนซีน มีค่าเฉลี่ย $0.017 \mu\text{g}/\text{m}^3$ โดยในเวลา 7.00-9.00 น. (ช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเช้า) มีปริมาณความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.010 - $0.042 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ส่วนปริมาณความเข้มข้นของสารเอทิลเบนซีนในเวลา 16.00-19.00 น. (ช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเย็น) ซึ่งมีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.008 - $0.020 \mu\text{g}/\text{m}^3$

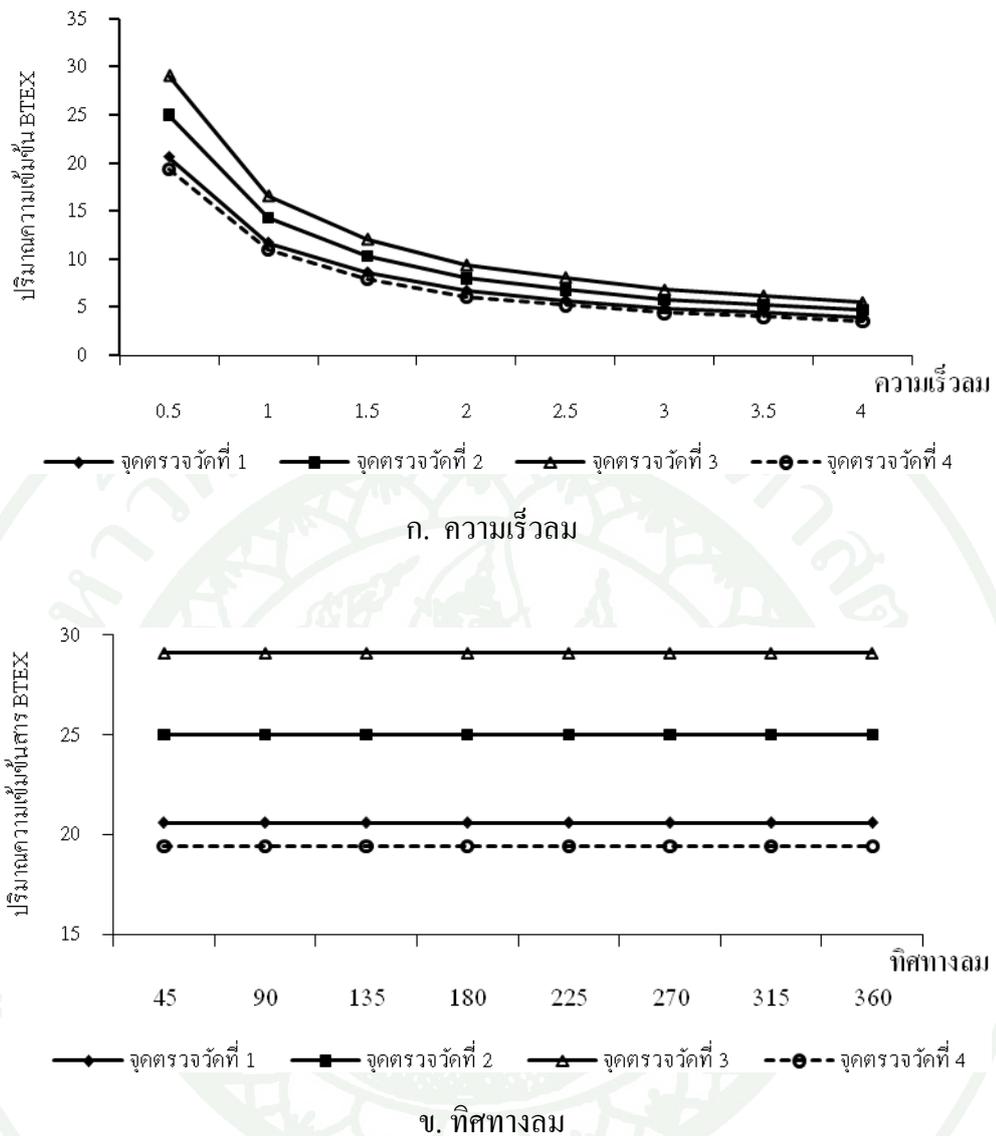
2.3.4 สารไซลีน

ตามภาพที่ 26 ข พบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารไซลีน มีค่าเฉลี่ย $0.035 \mu\text{g}/\text{m}^3$ โดยในเวลา 07.00-08.00 น. (ช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเช้า) มีปริมาณความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.017 - $0.098 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ส่วนปริมาณความเข้มข้นของสารไซลีนในเวลา 16.00-19.00 น. (ช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเย็น) ซึ่งมีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.015 - $0.047 \mu\text{g}/\text{m}^3$

เมื่อพิจารณาปริมาณความเข้มข้นของสารทั้งหมดพบว่าปริมาณความเข้มข้นของสาร BTEX จะขึ้นกับปริมาณยานพาหนะในแต่ละวันที่มีปริมาณยานพาหนะที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Truc and Oanh (2007) ได้ทำการศึกษาหาปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบริเวณริมถนนพบว่า มีปริมาณความเข้มข้นของสาร เบนซีนสูงสุด รองลงเป็นสาร โทลูอิน ไซลีนและเอทิลเบนซีน ตามลำดับ อีกทั้งได้ทำการศึกษาในพื้นที่ตรวจวัดที่แตกต่างกันในด้านปริมาณของยานพาหนะพบว่า ปริมาณความเข้มข้นของสารแปรผันตามกับปริมาณยานพาหนะ ที่แตกต่างกันอีกด้วย

2.4 ชีตจำกัดของปัจจัยด้านความเร็วลม และทิศทางลมของแบบจำลองต่อการแพร่กระจาย

พบว่าปริมาณสารแปรผันกับความเร็วมคือเมื่อ ความเร็วลมเพิ่มขึ้นปริมาณความเข้มข้นของสารเบนซีนที่จุดตรวจวัดจะปริมาณลดลงดังแสดงในภาพที่ 27 ก ขณะที่ทิศทางลมไม่มีผลต่อปริมาณความเข้มข้นของสาร BTEX เนื่องจากจากใช้ลักษณะการประมวลผลข้อมูลเป็น Worst-Case Wind Angle จึงทำให้ทิศทางของลมไม่มีผลต่อการแพร่กระจาย ดังแสดงในภาพที่ 27 ข



ภาพที่ 27 ซีดจำกัดของแบบจำลองด้านความเร็วลม และทิศทางลม

2.5 ลักษณะการแพร่กระจายของสาร BTEX บนถนนพหลโยธินจากซอยพหลโยธิน 9 ถึง ซอยพหลโยธิน 15

สารเบนซีนที่มีปริมาณความเข้มข้นสูงสุดมีค่าอยู่ในช่วง 13.8–22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ พบในบริเวณ แหล่งกำเนิด มลพิษกลางถนน และมีการแพร่กระจายออกสู่บริเวณริมถนน มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 3.4–11.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ รวมถึงในบริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยมีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.85–1.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

ซึ่งบริเวณนี้มีค่าไม่ เกิน $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ ดังแสดงในภาพที่ 28

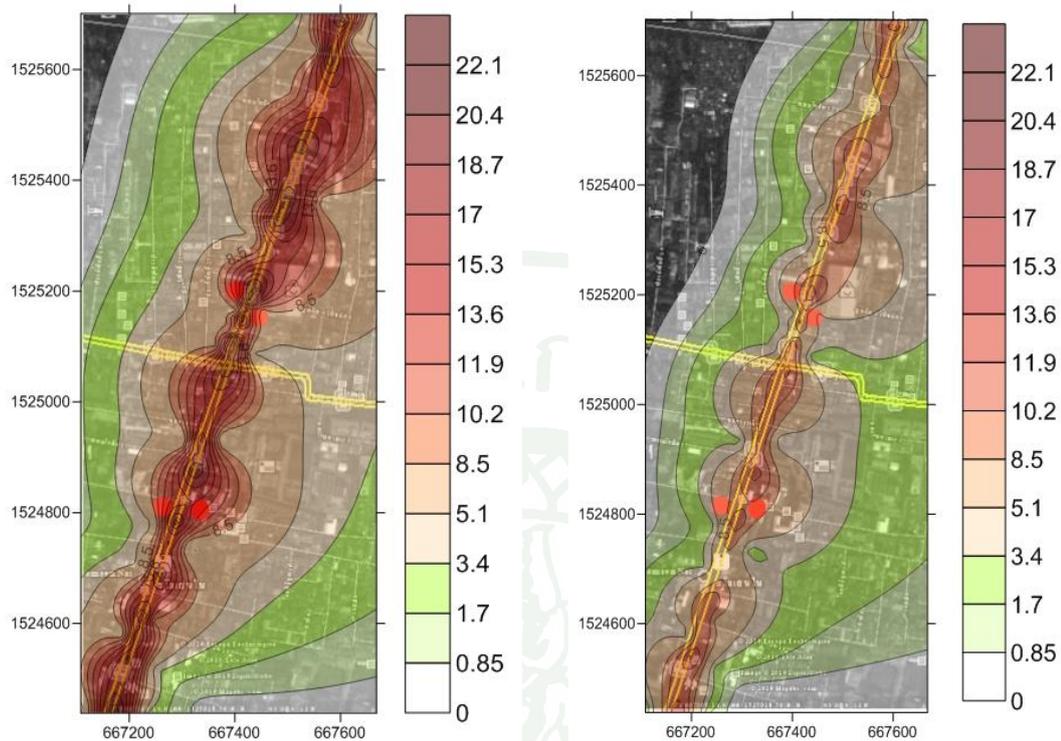
สารโทลูอินบริเวณถนนมีความเข้มข้นสูงสุดอยู่ในช่วงระหว่าง $3-8.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และแพร่กระจายออกสู่บริเวณริมถนนมีค่าอยู่ในช่วง $1.4-2.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ รวมถึงบริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยรอบนอกมีความเข้มข้นระหว่าง $0.2-0.12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ดังแสดงในภาพที่ 29

สารเอทิลเบนซีน บริเวณถนนมีความเข้มข้นสูงสุดอยู่ในช่วงระหว่าง $0.034-0.09 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และแพร่กระจายออกสู่บริเวณริมถนนมีค่าอยู่ในช่วง $0.022-0.032 \mu\text{g}/\text{m}^3$ รวมถึงพื้นที่อยู่อาศัยรอบนอกมีค่าความเข้มข้นระหว่าง $0.002-0.02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ดังแสดงในภาพที่ 30

สารไซลีน บริเวณถนนมีความเข้มข้นสูงสุด อยู่ในช่วงระหว่าง $0.05-0.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และแพร่กระจายออกสู่บริเวณริมถนนมีค่าอยู่ในช่วง $0.02-0.045 \mu\text{g}/\text{m}^3$ รวมถึงพื้นที่อยู่อาศัยรอบนอกมีค่าความเข้มข้นระหว่าง $0.005-0.015 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ดังแสดงในภาพที่ 31

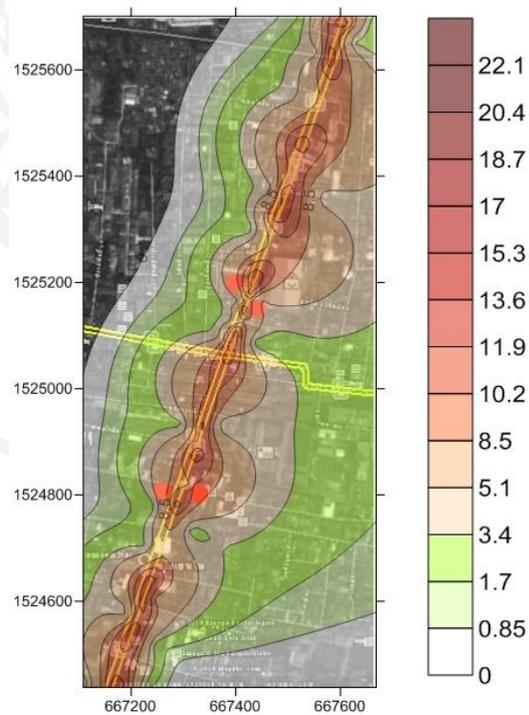
ลักษณะการแพร่กระจายของสาร BTEX ในพื้นที่แยกสะพานควาย พบว่าปริมาณสาร BTEX จะมีปริมาณความเข้มข้นมากในพื้นที่กึ่งกลางถนน แล้วจะกระจายความเข้มข้นออกสู่บริเวณริมถนนในแนวแกน X ปริมาณความเข้มข้นการแพร่กระจายสาร BTEX ในแต่ละเดือนพบว่าในเดือนพฤศจิกายนจะมีการแพร่กระจายต่ำเนื่องจากในเดือนนี้มีความเร็วลมต่ำกว่าในเดือนอื่นๆ จึงทำให้สารมลพิษมีความเข้มข้นสูงที่บริเวณกึ่งกลางถนน คือมีการแพร่กระจายความเข้มข้นสาร BTEX ออกสู่บริเวณริมถนนน้อย อีกทั้งพื้นที่ทำการศึกษาเป็นเขตบริเวณในตัวเมือง ซึ่งมีอาคารพาณิชย์กันแนวการแพร่กระจายในแนวกว้าง ดังนั้นการแพร่กระจายจึงมีลักษณะแพร่กระจายไปตามเส้นทางของถนน

สอดคล้องกับ Caselli *et al.* (2010) ทำการศึกษาหาปริมาณความเข้มข้นสาร BTEX บริเวณพื้นที่ ที่มีลักษณะถนนที่แคบ และมีตึกสูงตั้งอยู่บริเวณริมถนนจะมีผลต่อการแพร่กระจายของสาร BTEX ทำให้มีการกระจายตัวของสารมลพิษน้อยส่งผลให้บริเวณริมถนนมีปริมาณความเข้มข้นสูงกว่าพื้นที่โดยรอบ อีกทั้งปริมาณความเข้มข้นของสาร BTEX ยังขึ้นกับปริมาณยานพาหนะแต่ละชนิด



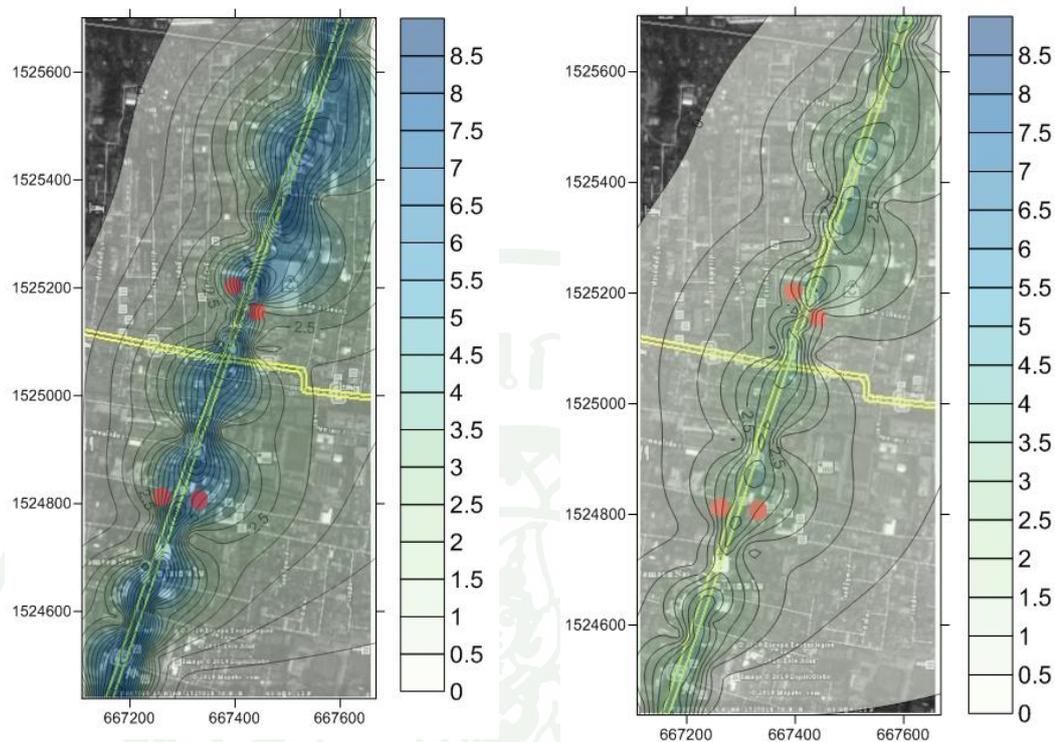
ก. เมษายน

ข. มิถุนายน



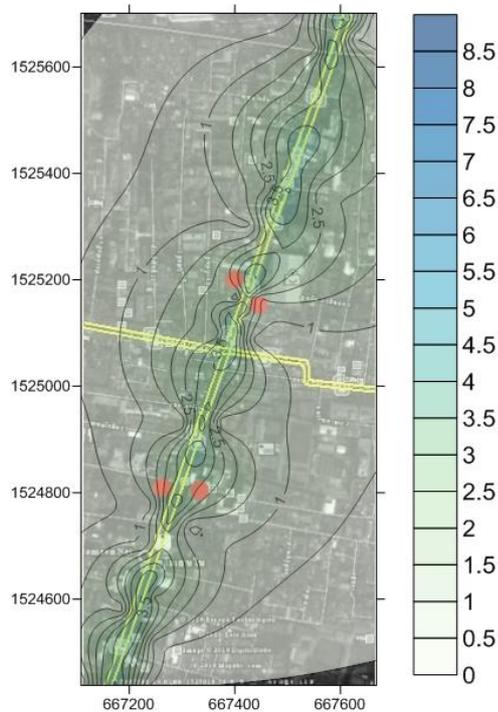
ค. พฤศจิกายน

ภาพที่ 28 การแพร่กระจายปริมาณความเข้มข้นของสารเบนซินเฉลี่ยรายวัน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



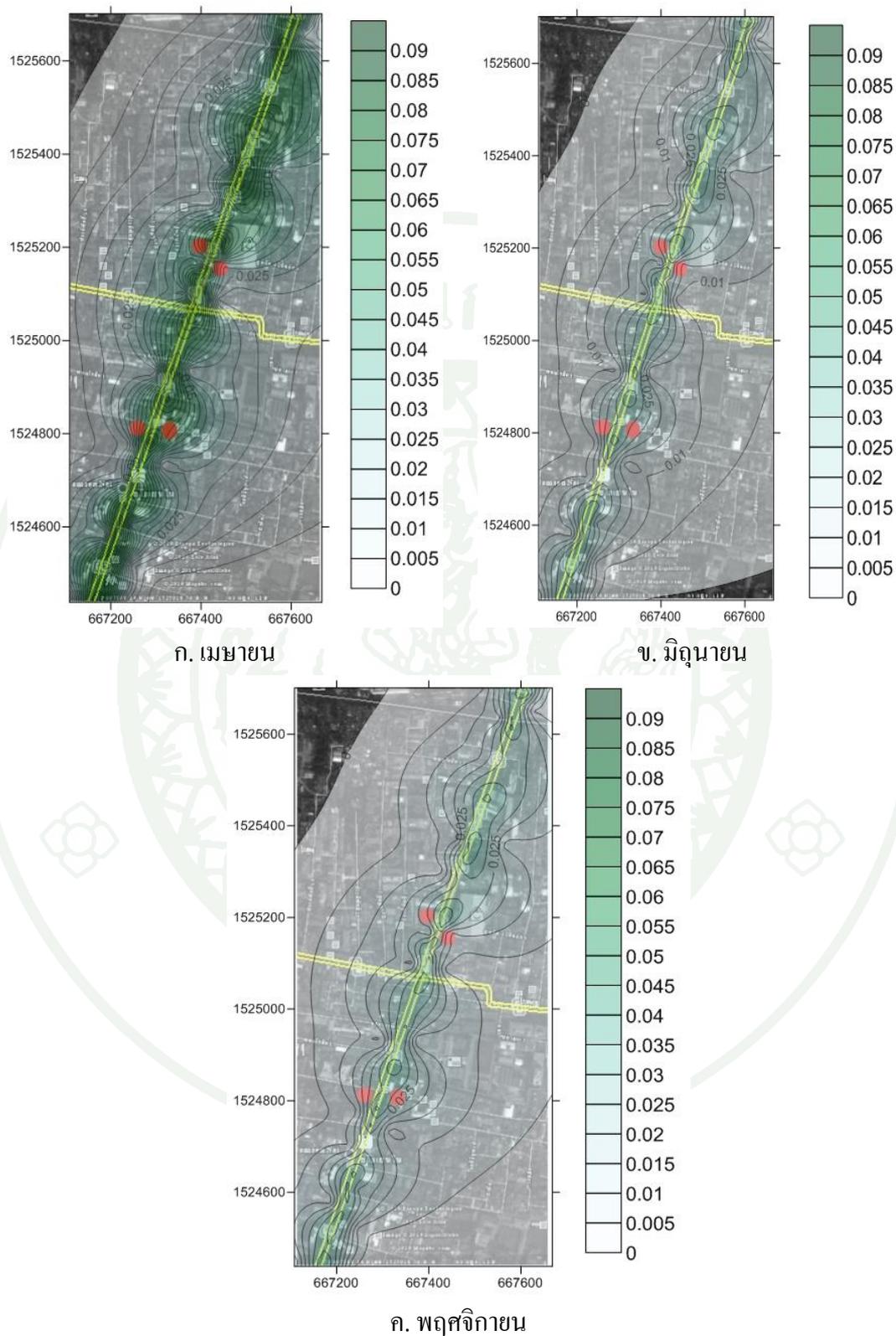
ก. เมษายน

ข. มิถุนายน

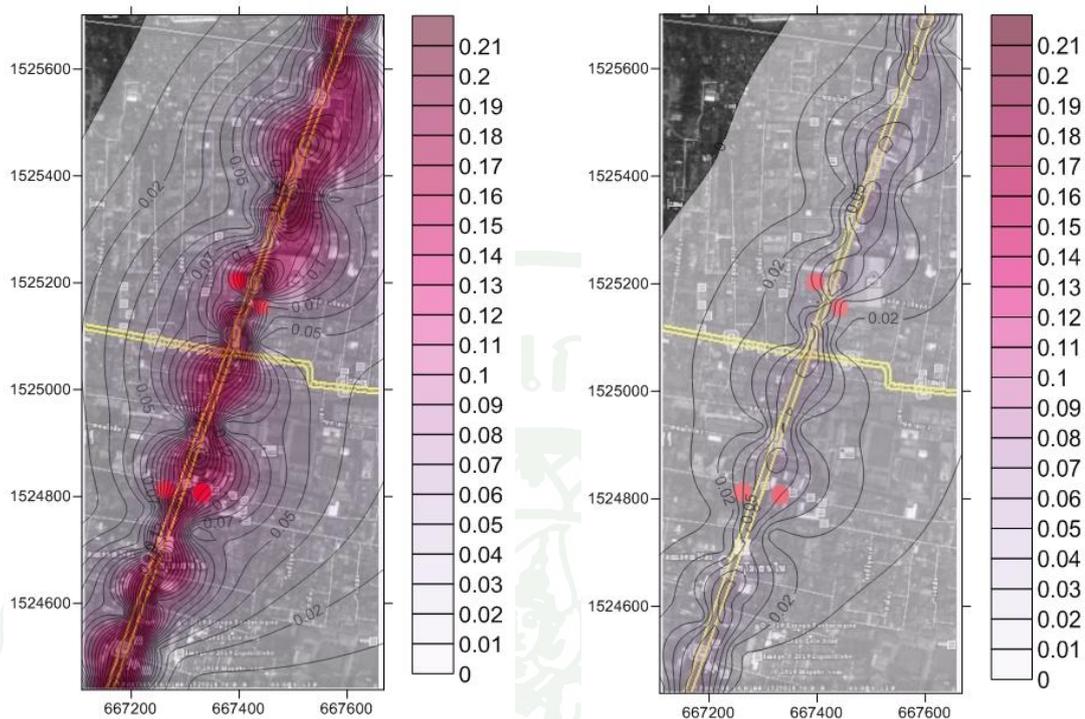


ค. พฤศจิกายน

ภาพที่ 29 การแพร่กระจายปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอีนเฉลี่ยรายวัน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

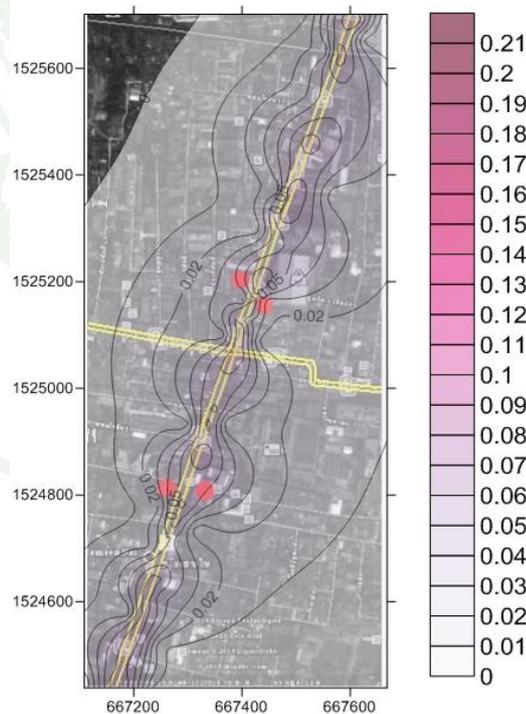


ภาพที่ 30 การแพร่กระจายปริมาณความเข้มข้นของสารเอทิลเบนซีนเฉลี่ยรายวัน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



ก. เมษายน

ข. มิถุนายน



ค. พฤศจิกายน

ภาพที่ 31 การแพร่กระจายปริมาณความเข้มข้นของสารไซลินเฉลี่ยรายวัน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

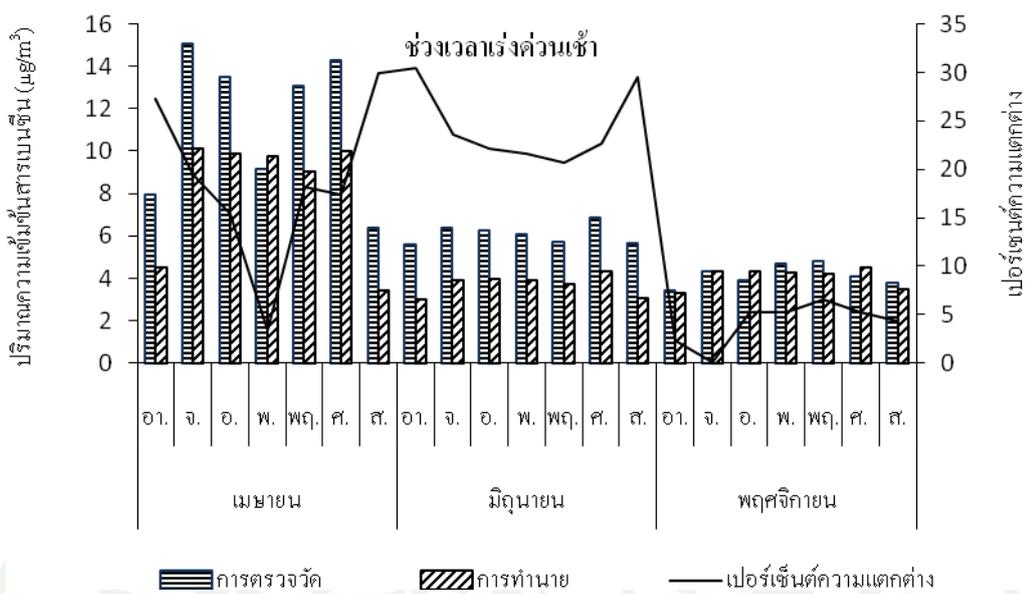
3. ผลการเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของสาร BTEX จากการตรวจวัดและการทำนายด้วยแบบจำลอง CALINE4

ตรวจวัดปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายกลุ่ม BTEX ที่จุดตรวจวัด 1-4 บริเวณแยกสะพานควาย โดยแบ่งการตรวจวัดเป็น 2 ช่วงเวลาคือ 7.00-9.00น. และ 16.00-19.00น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาเร่งด่วน แล้วนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยง่ายกลุ่ม BTEX ที่ได้จากการทำนาย ด้วยแบบจำลอง CALINE4 ด้วยวิธี Paired Sample T-Test โดยใช้โปรแกรม SPSS มีผลดังต่อไปนี้

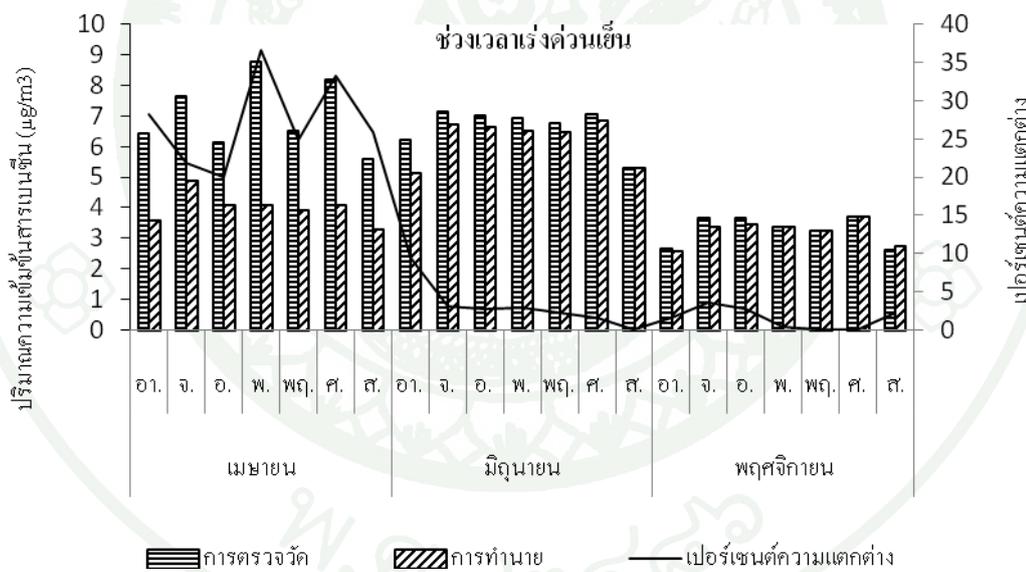
3.1 เบนซีน

การทดสอบค่าสหสัมพันธ์ด้วยสมการเส้นตรงโดยกำหนดให้พบว่ามีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามในทิศทางบวกดังแสดงในภาคผนวก ง พบว่าในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า เดือนมิถุนายนมีค่าความสัมพันธ์สูงสุด ($r^2 = 0.7623$) รองลงมาคือเดือนเมษายน ($r^2 = 0.7232$) และเดือน พฤศจิกายน ($r^2 = 0.4016$) ส่วนในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น พบว่าเดือน พฤศจิกายน ($r^2 = 0.9277$) มีค่าสหสัมพันธ์สูงสุด รองลงมาคือ เดือนมิถุนายน ($r^2 = 0.7823$) และเดือนเมษายน ($r^2 = 0.3345$)

ผลปริมาณความเข้มข้นของสารเบนซีน และค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง จากการตรวจวัดเปรียบเทียบกับแบบการทำนายด้วย CALINE 4 ตามภาพที่ 32 พบว่าในเดือนเมษายน (ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า และเย็น) และเดือนมิถุนายน (ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า) มีค่าความแตกต่างสูงสุด มีค่าอยู่ร้อยละ 3- 36 เมื่อพิจารณาด้วยวิธี Paired Sample T-Test พบว่ามีค่าแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ส่วนในเดือนมิถุนายน (ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น) และเดือนพฤศจิกายน (ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า และเย็น) มีค่าแตกต่างอยู่ร้อยละ 0.1- 5 เมื่อพิจารณาด้วยวิธี Paired Sample T-Test พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01



ก ปริมาณสารเบนซีนช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (7.00 - 9.00 น.)



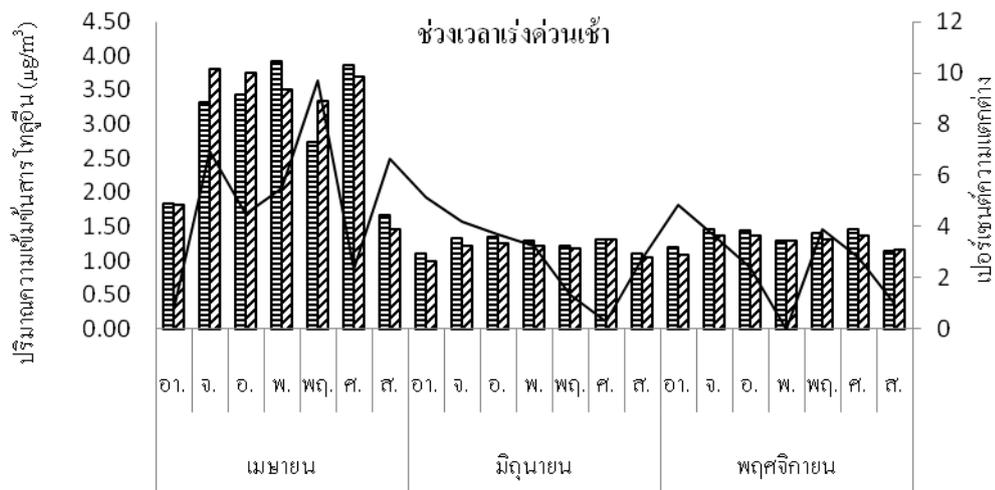
ข ปริมาณสารเบนซีนช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น (16.00 - 19.00 น.)

ภาพที่ 32 ปริมาณความเข้มข้นสารเบนซีนจากการตรวจวัดและการทำนายด้วยแบบจำลอง CALINE 4

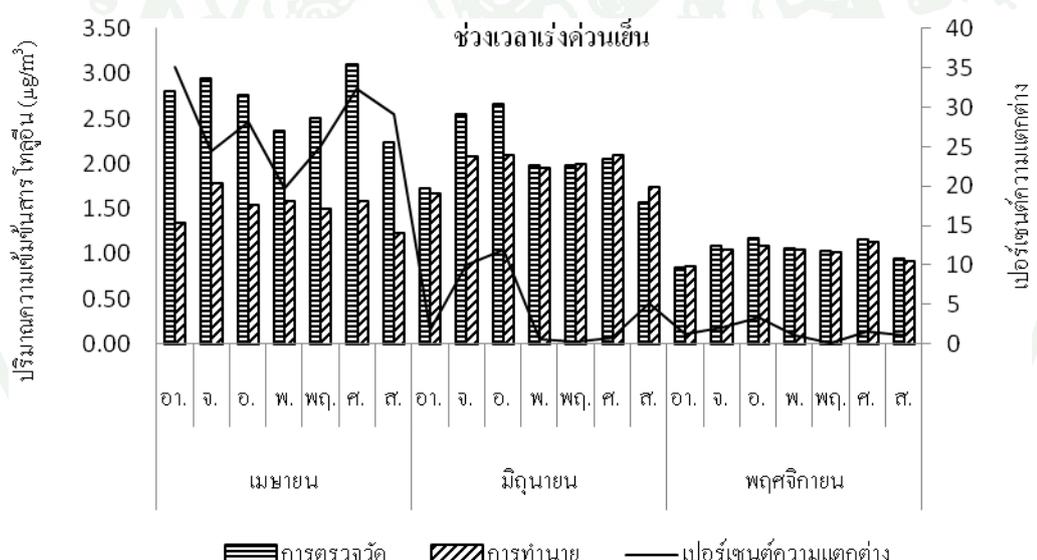
3.2 โทลูอิน

การทดสอบค่าสหสัมพันธ์ด้วยสมการเส้นตรงโดยกำหนดให้พบว่ามีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามในทิศทางบวกดังแสดงในภาคผนวก ง พบว่าในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า เดือนพฤศจิกายน มีค่าความสัมพันธ์สูงสุด ($r^2 = 0.8523$) รองลงมาคือเดือนมิถุนายน ($r^2 = 0.8510$) และเดือนเมษายน ($r^2 = 0.8483$) ส่วนในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น พบว่าเดือนพฤศจิกายน ($r^2 = 0.9698$) มีค่าสหสัมพันธ์สูงสุด รองลงมาคือ เดือนมิถุนายน ($r^2 = 0.6745$) และเดือนเมษายน ($r^2 = 0.3035$)

ผลปริมาณความเข้มข้นของสาร โทลูอิน และค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง จากการตรวจวัดเปรียบเทียบกับแบบการทำนายด้วย CALINE 4 ตามภาพที่ 33 พบว่าในเดือนเมษายน (ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น) และเดือนมิถุนายน (ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า) มีค่าความแตกต่างสูงสุด อยู่ร้อยละ 19- 30 เมื่อพิจารณาด้วยวิธี Paired Sample T-Test พบว่ามีค่าแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ส่วนในเดือนเมษายน(ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า) เดือนมิถุนายน (ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น) และเดือนพฤศจิกายน (ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า และเย็น) มีค่าแตกต่างอยู่ร้อยละ 0.1- 10 เมื่อพิจารณาด้วยวิธี Paired Sample T-Test พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01

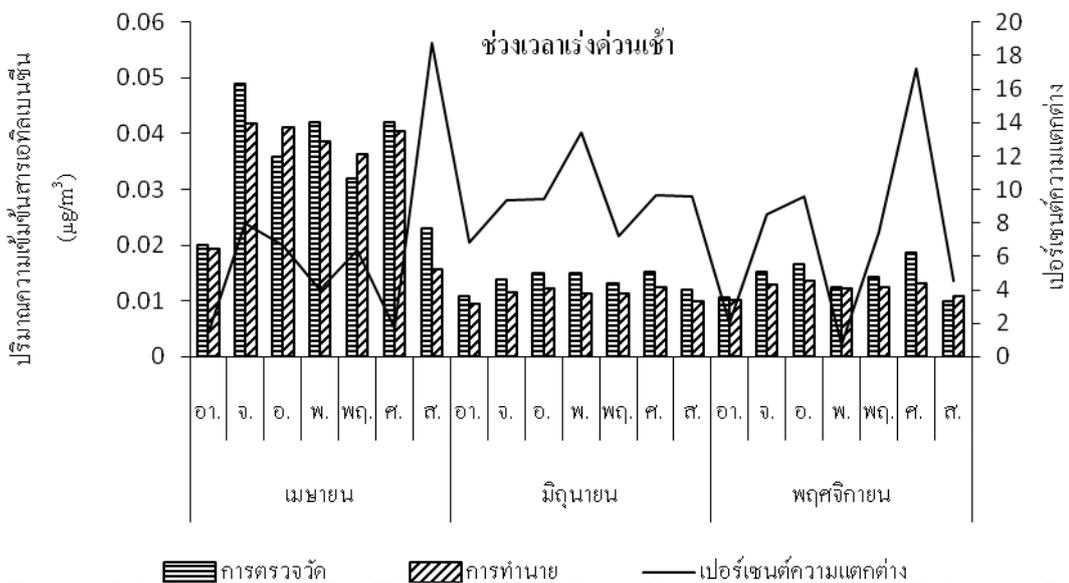


การตรวจวัด การทำนาย เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
 ก ความเข้มข้นสาร โทลูอินช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (7.00-9.00น.)

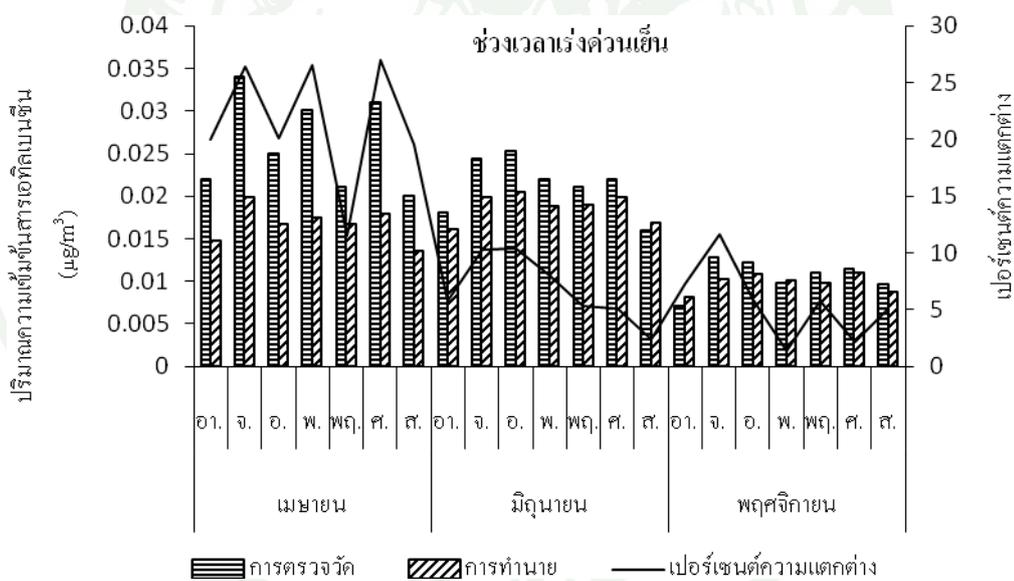


การตรวจวัด การทำนาย เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
 ข ความเข้มข้นสาร โทลูอินช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น(16.00-19.00น.)

ภาพที่ 33 ปริมาณความเข้มข้นโทลูอินจากการตรวจวัดและการทำนายด้วยแบบจำลอง CALINE4

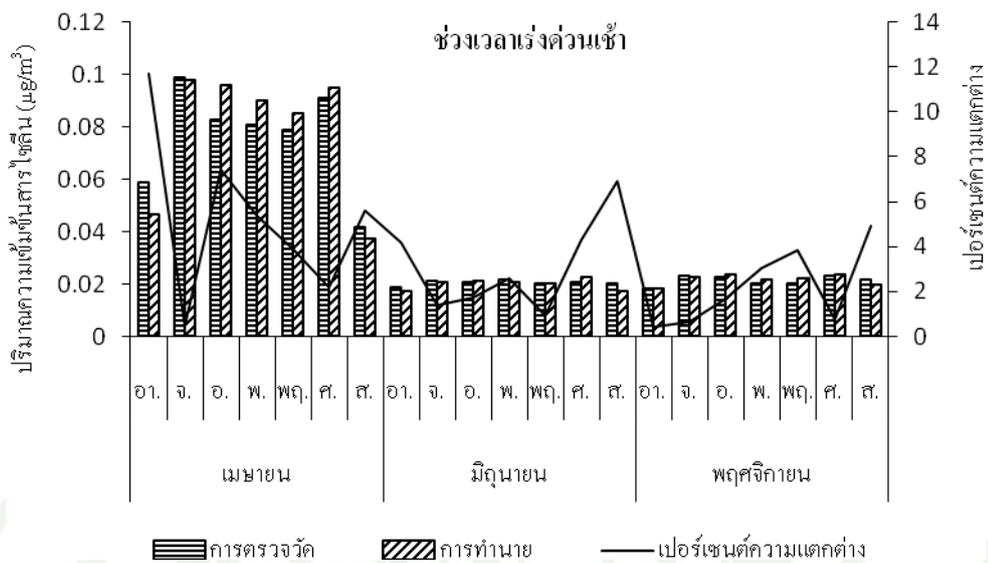


ก ปริมาณสารเอทิลเบนซีนช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (07.00-09.00น.)

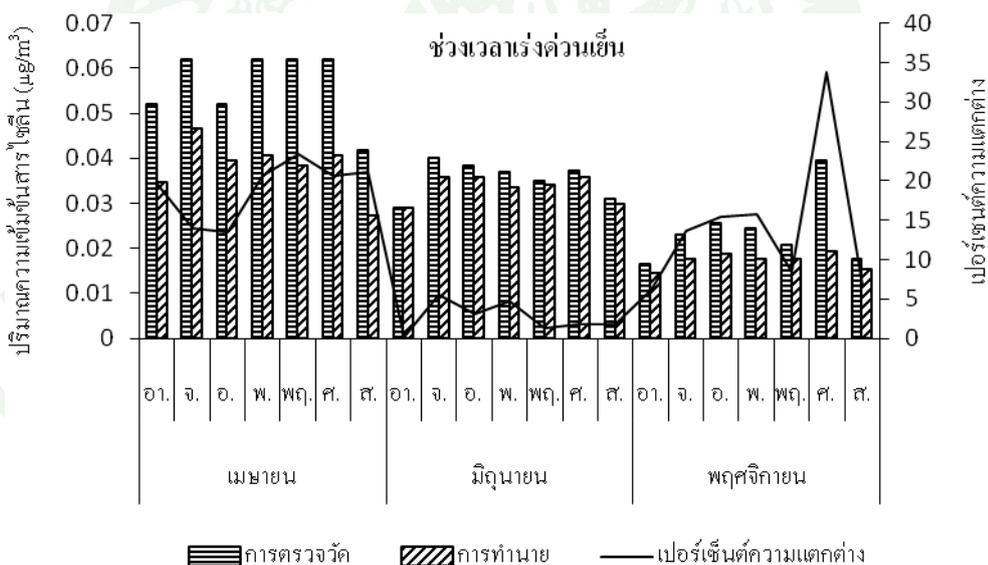


ข ปริมาณสารเอทิลเบนซีนช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น (16.00.-19.00น.)

ภาพที่ 34 ปริมาณความเข้มข้นเอทิลเบนซีนจากการตรวจวัดและการทำนายด้วยแบบจำลอง CALINE4



ก ปริมาณสาร ไซลินช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (07.00-09.00น.)



ข ปริมาณสาร ไซลินช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น (16.00-19.00น.)

ภาพที่ 35 ปริมาณความเข้มข้นไซลินจากการตรวจวัดและการทำนายด้วยแบบจำลอง CALINE4

3.3 เอทิลเบนซีน

การทดสอบค่าสหสัมพันธ์ด้วยสมการเส้นตรงโดยกำหนดให้พบว่ามีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามในทิศทางบวกดังแสดงในภาคผนวก ง พบว่าในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า เดือนมิถุนายน มีค่าความสัมพันธ์สูงสุด ($r^2 = 0.8856$) รองลงมาคือเดือนเมษายน ($r^2 = 0.8008$) และเดือนพฤศจิกายน ($r^2 = 0.7929$) ส่วนในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น พบว่าเดือนมิถุนายน ($r^2 = 0.8442$) มีค่าสหสัมพันธ์สูงสุด รองลงมาคือ เดือนเมษายน ($r^2 = 0.7915$) และเดือนพฤศจิกายน ($r^2 = 0.6812$)

จากภาพที่ 34 แสดงผลปริมาณความเข้มข้นของสารเอทิลเบนซีน และค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง จากการตรวจวัดเปรียบเทียบกับแบบการทำนายด้วย CALINE 4 พบว่าในเดือนเมษายน (ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น) และเดือนมิถุนายน (ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า) มีค่าความแตกต่างสูงสุดอยู่ร้อยละ 2- 27 เมื่อพิจารณาด้วยวิธี Paired Sample T-Test พบว่ามีค่าแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ส่วนในเดือนเมษายน(ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า) เดือนมิถุนายน (ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น) และเดือนพฤศจิกายน (ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า และเย็น) มีค่าแตกต่างอยู่ร้อยละ 0.1- 33 เมื่อพิจารณาด้วยวิธี Paired Sample T-Test พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01

3.4 ไซลีน

การทดสอบค่าสหสัมพันธ์ด้วยสมการเส้นตรงโดยกำหนดให้พบว่ามีสัมพันธ์แบบแปรผันตามในทิศทางบวกดังแสดงในภาคผนวก ง พบว่าในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า เดือนเมษายน มีค่าความสัมพันธ์สูงสุด ($r^2 = 0.9159$) รองลงมาคือเดือนพฤศจิกายน ($r^2 = 0.6406$) และเดือนมิถุนายน ($r^2 = 0.4869$) ส่วนในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น พบว่าเดือนมิถุนายน ($r^2 = 0.9165$) มีค่าสหสัมพันธ์สูงสุด รองลงมาคือเดือนเมษายน ($r^2 = 0.733$) และ เดือนพฤศจิกายน ($r^2 = 0.7283$)

จากภาพที่ 35 แสดงผลปริมาณความเข้มข้นของสาร ไซลีน และค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง จากการตรวจวัดเปรียบเทียบกับแบบการทำนายด้วย CALINE 4 พบว่าในเดือนเมษายน (ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น) มีค่าความแตกต่างสูงสุด อยู่ร้อยละ 20- 23 เมื่อพิจารณาด้วยวิธี Paired Sample T-Test พบว่ามีค่าแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ส่วนในเดือนเมษายน (ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า) เดือนมิถุนายน (ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า และเย็น) และเดือนพฤศจิกายน (ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า และเย็น) มีค่าแตกต่างอยู่ร้อยละ 0.1- 33 เมื่อพิจารณาด้วยวิธี Paired Sample T-Test พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01

เมื่อพิจารณาปริมาณความเข้มข้นของสาร BTEX ทั้งหมดที่ได้จากการตรวจวัดจริง และการทำนายพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 อย่างไรก็ตามปริมาณความเข้มข้นของสาร BTEX ที่ได้จากการทำนายนั้น ที่มีค่าที่แตกต่างจากการตรวจวัดจริงบางส่วน เมื่อแยกคำนวณค่าความแตกต่างเป็นรายเดือน เนื่องจากค่านำเข้าปัจจัยการปลดปล่อยด้านอุตุนิยมวิทยา นั้นไม่ได้ใช้ค่าของสถานที่เก็บตัวอย่างจริง จึงทำให้ปริมาณความเข้มข้นของ BTEX ที่ได้จากการทำนาย มีความคลาดเคลื่อนจากผลปริมาณความเข้มข้นที่ได้จากการตรวจวัดจริงได้ ทั้งนี้จึงควรใช้ค่าอุตุนิยมวิทยาจากสถานที่จริงเพื่อให้ได้ปริมาณความเข้มข้นที่แม่นยำ

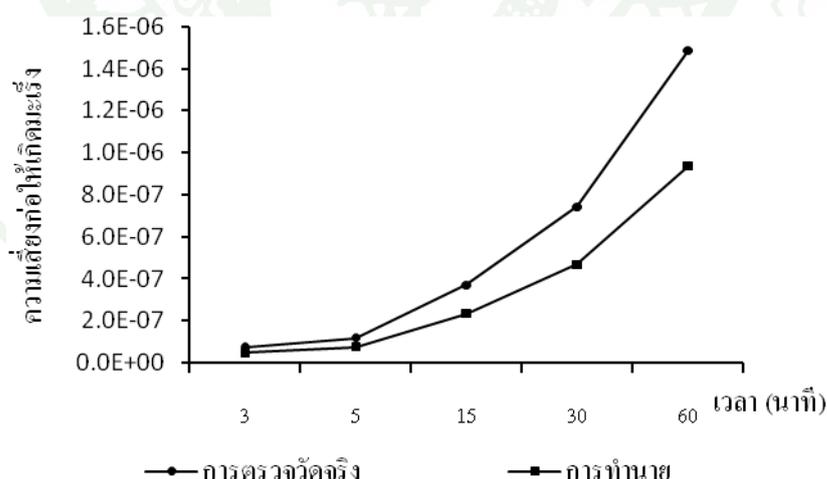
Broderick and Donoghue (2007) ทำการเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของสาร C_2-C^6 hydrocarbon จากการตรวจวัด และค่าที่ได้จากการทำนายด้วย CALINE4 โดยใช้โปรแกรม COPERT III ในการประเมินค่าปัจจัยการปลดปล่อย พบว่า ผลที่ได้จากการตรวจวัด และจากการทำนายมีค่าใกล้เคียงกัน ตามวิธีการเปรียบเทียบของ Fraction Bias Test และ Factor of Two

4. การประเมินความเสี่ยงของสารอินทรีย์ระเหยง่ายกลุ่ม BTEX ต่อสุขภาพอนามัย

4.1 การประเมินความเสี่ยงจากสารเคมีที่เป็นอันตรายเรื้อรังแบบก่อมะเร็ง

การประเมินความเสี่ยงแบบ สารก่อมะเร็ง (Carcinogen Effect) พบว่าในสารอินทรีย์ระเหยกลุ่ม BTEX มีเบนซินชนิดเดียวที่ได้รับการจัดให้เป็นสารก่อมะเร็งในระดับ A ถือเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ ซึ่งค่า Unit risk จากการได้รับ โดยการหายใจ หมายถึง โอกาสที่ประชากร 1 ล้านคนจะเกิดมะเร็งที่อวัยวะเป้าหมาย สำหรับเบนซินคือเม็ดเลือดขาว มีค่า 2.2×10^{-6} ต่อ $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ การคำนวณการประเมินความเสี่ยงแบบ สารก่อมะเร็งจะใช้ค่าตามตารางที่ 7 และความเข้มข้นที่ใช้ในการคำนวณคือความเข้มข้นเฉลี่ยบริเวณพื้นที่รอรถโดยสารประจำทางที่ทำการตรวจวัดจริง เปรียบเทียบความเสี่ยงกับความเข้มข้นที่ได้จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4

ค่าความเสี่ยงเมื่อคำนวณตามระยะเวลาการรับสัมผัสทางการหายใจของบุคคลที่รอรถประจำทางนั้นพบว่า ความเสี่ยงที่ได้จากการตรวจวัดมีค่าสูงกว่าจากการคำนวณด้วยแบบจำลอง และลักษณะการได้รับความเสี่ยงที่ช่วงเวลาต่างๆ จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการได้รับสัมผัสแบบสั้น โคนี้ ดังแสดงในภาพที่ 36 โดยพบว่าที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมงของความเสี่ยงที่ได้จากการตรวจวัดมีค่าเกิดค่า 1×10^{-6} ตามมาตรฐานของ US.EPA. (2010)

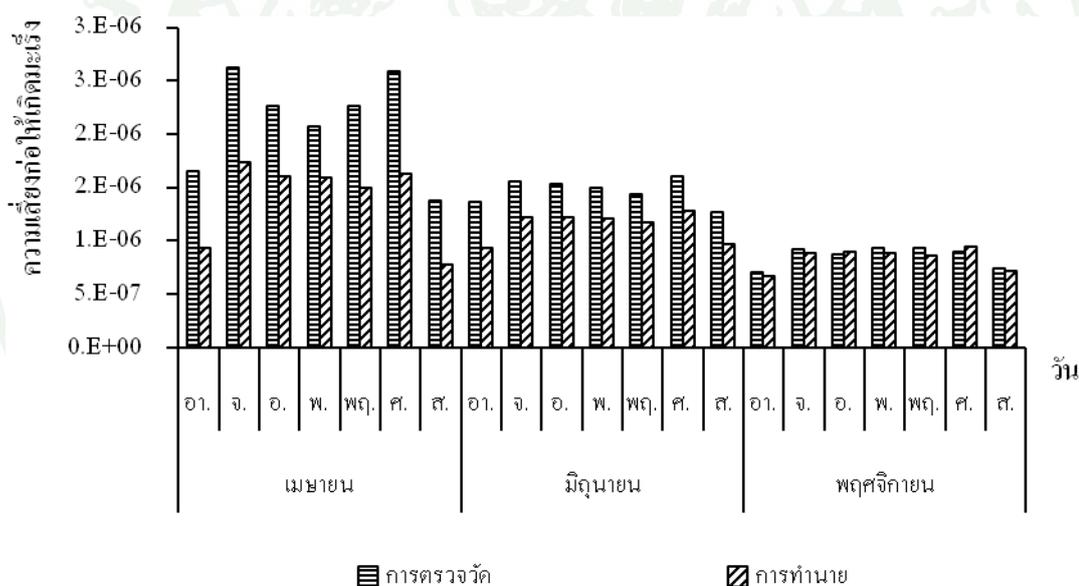


ภาพที่ 36 ความเสี่ยงที่ได้รับตามระยะเวลาการรับสัมผัส

ความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดมะเร็งจากการตรวจวัดจริงในพื้นที่พบว่ามีปริมาณความเสี่ยงสูงสุดในเดือน เมษายน (1.6×10^{-6} - 2.6×10^{-6}) รองลงมาคือเดือน มิถุนายน และเดือนพฤศจิกายนมีค่าความเสี่ยงในช่วง 1.2×10^{-6} - 1.6×10^{-6} และ 7.1×10^{-7} - 9.3×10^{-7} ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 37

ความเสี่ยงสารก่อให้เกิดมะเร็งที่ได้จากการทำนายพบว่ามีค่าความเสี่ยงสูงสุดในเดือน เมษายน (7.7×10^{-7} - 1.7×10^{-6}) รองลงมาคือเดือน มิถุนายน และเดือนพฤศจิกายนมีค่าความเสี่ยงในช่วง 9.4×10^{-7} - 1.3×10^{-6} และ 6.7×10^{-7} - 7.2×10^{-7} ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 37

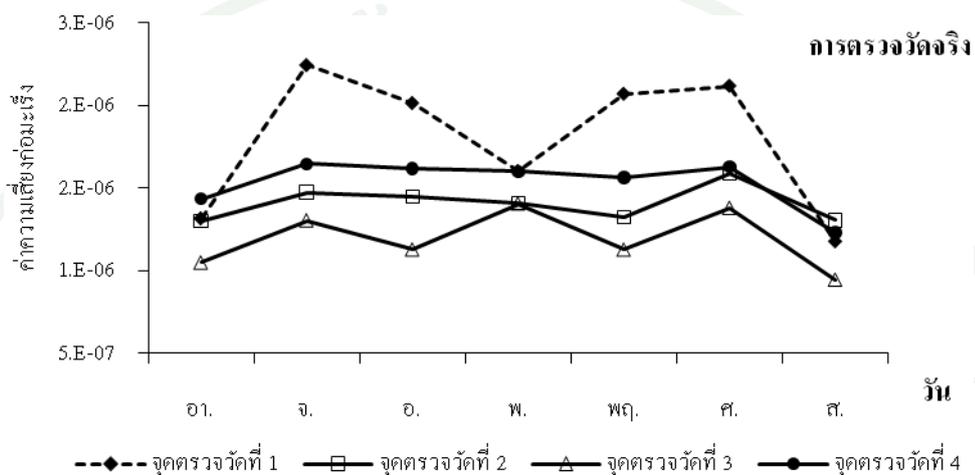
พบว่าปริมาณความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดมะเร็งที่ได้จากการตรวจวัดจริง และจากการทำนายในเดือนเมษายน และเดือนมิถุนายน มีค่าเกิน 1×10^{-6} เกินค่าอ้างอิงของ US.EPA. ซึ่งหมายความว่า ประชากร 1 ล้านคนมีโอกาที่จะเกิดมะเร็งเพิ่มขึ้น 1-2 คนเมื่อเทียบกับประชากรปกติ



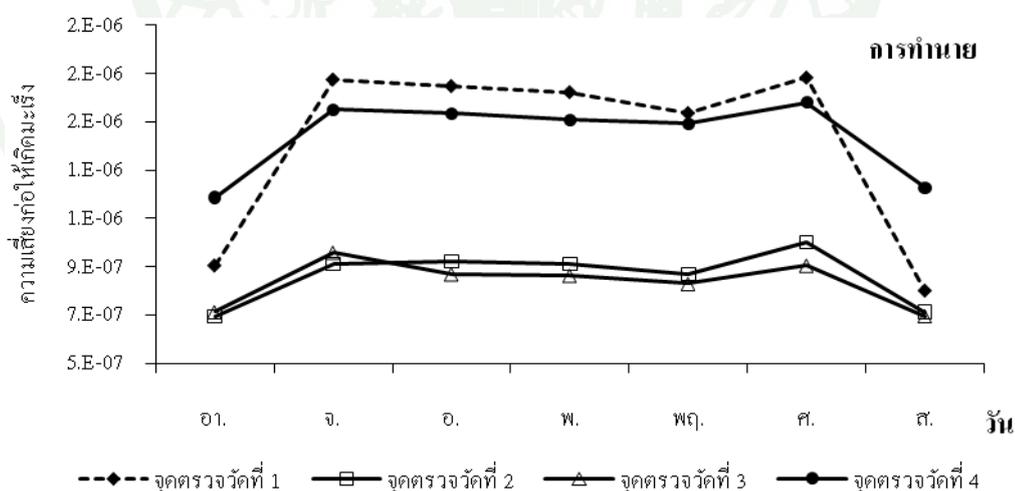
ภาพที่ 37 ค่าความเสี่ยงจากสารเบนซิน ที่เป็นอันตรายเรื้อรังแบบก่อมะเร็ง

เมื่อพิจารณาค่าความเสี่ยงของสารเบนซินที่ก่อให้เกิดอันตรายเรื้อรังแบบก่อให้เกิดมะเร็ง โดยทำการแบ่งตามจุดตรวจวัด พบว่าการตรวจวัดจริงนั้นมีค่าความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดมะเร็งในจุดตรวจวัดที่ 1 สูงสุด คือมีค่าความเสี่ยงอยู่ในช่วงระหว่าง 1.2×10^{-6} - 2.2×10^{-6} รองลงมาคือ จุดตรวจวัดที่ 4, 2 และ 3 มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.2×10^{-6} - 1.7×10^{-6} , 1.3×10^{-6} - 1.6×10^{-6} และ 9.5×10^{-7} - 1.4×10^{-6} ตามลำดับ

ค่าความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดมะเร็งจากการทำนายด้วยแบบจำลอง CALINE4 พบว่าที่จุดตรวจวัดที่ 1 มีค่าความเสี่ยงสูงสุด คืออยู่ในช่วงระหว่าง 9×10^{-7} - 1.6×10^{-6} รองลงมาคือจุดตรวจวัดที่ 4 มีความเสี่ยงก่อให้เกิดมะเร็งอยู่ในช่วงระหว่าง 1.18×10^{-6} - 1.6×10^{-6} ส่วน จุดตรวจวัดที่ 2 และ 3 มีค่าความเสี่ยงก่อให้เกิดมะเร็งใกล้เคียงกันคือ อยู่ในช่วงระหว่าง 7.0×10^{-7} - 1.0×10^{-6} ดังแสดงในภาพที่ 38



ก. ค่าความเสี่ยงก่อให้เกิดมะเร็งจากการตรวจวัดจริง



ข. ค่าความเสี่ยงก่อให้เกิดมะเร็งจากการทำนาย

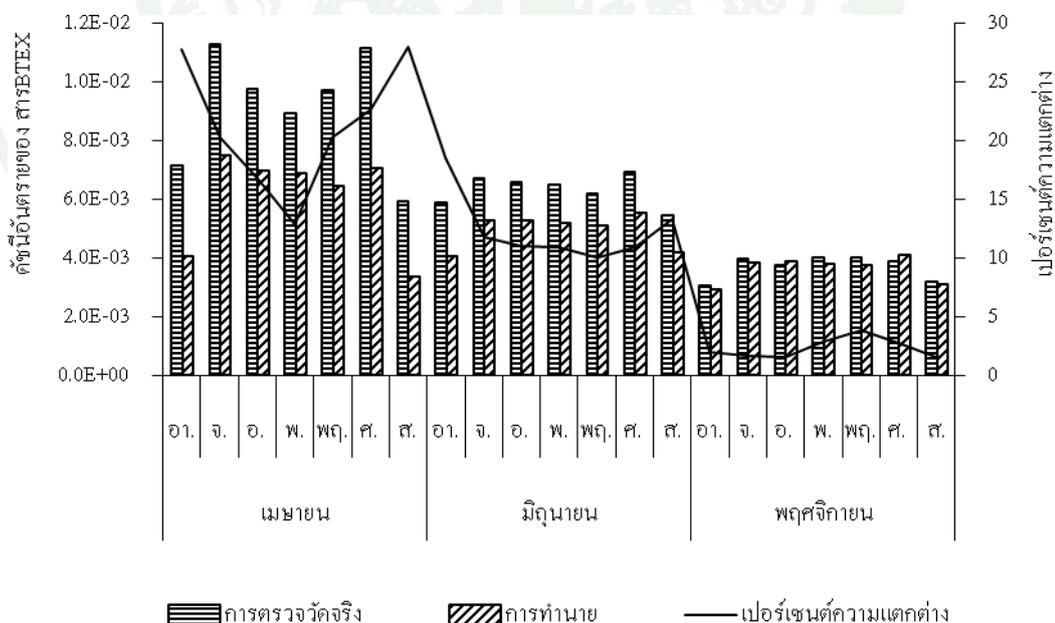
ภาพที่ 38 ค่าความเสี่ยงจากสารเบนซีน ที่เป็นอันตรายเรื้อรังแบบก่อมะเร็งแบ่งตามจุดตรวจวัด

4.2 การประเมินความเสี่ยงจากสารเคมีที่เป็นอันตรายเรื้อรังแบบไม่ก่อมะเร็ง

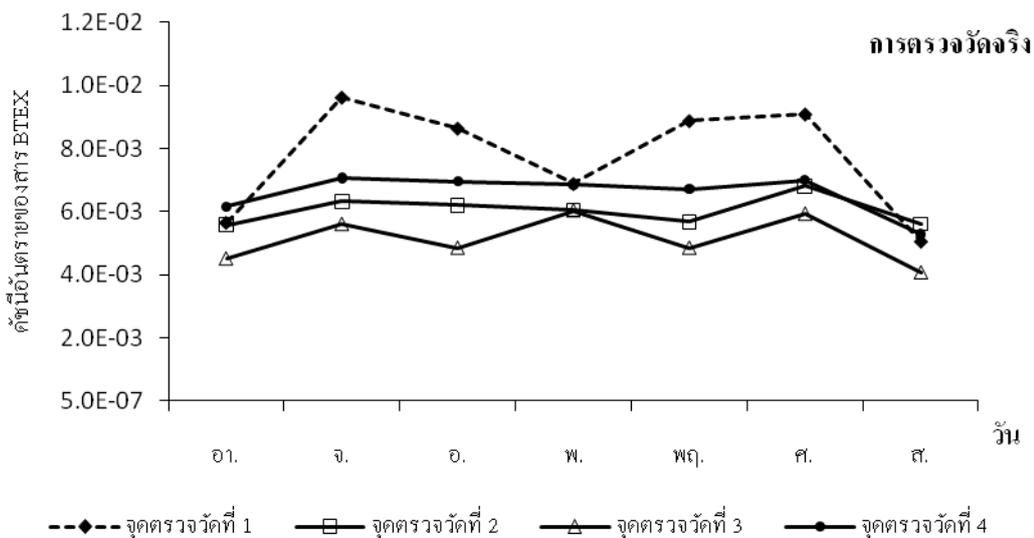
การประเมินความเสี่ยงแบบ Noncarcinogenic Effect ของสารอินทรีย์ระเหยง่าย กลุ่มBTEX โดยแสดงเป็นค่าดัชนีอันตราย (Hazard Index; HI) ของสารเบนซีน, โทลูอิน, เอทิลเบนซีน และไซลีน ระยะเวลาของการรับสัมผัสของสารBTEX สูงสุดนาน 1 ชั่วโมง ต่อเนื่อง นาน 70 ปี พบว่า สารเบนซีนมีค่า ดัชนีอันตรายสูงสุด รองลงมาคือ สาร โทลูอิน ไซลีน และเอทิลเบนซีน

เมื่อคำนวณผลรวมของดัชนีอันตราย (HQ) ของสารBTEX จากการตรวจวัด มีค่าอยู่ในช่วง 3.03×10^{-3} - 1.1×10^{-2} พบว่าไม่เกิน 1 ถือว่าเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานของ US.EPA. (2010) ดังแสดงในภาพที่ 39

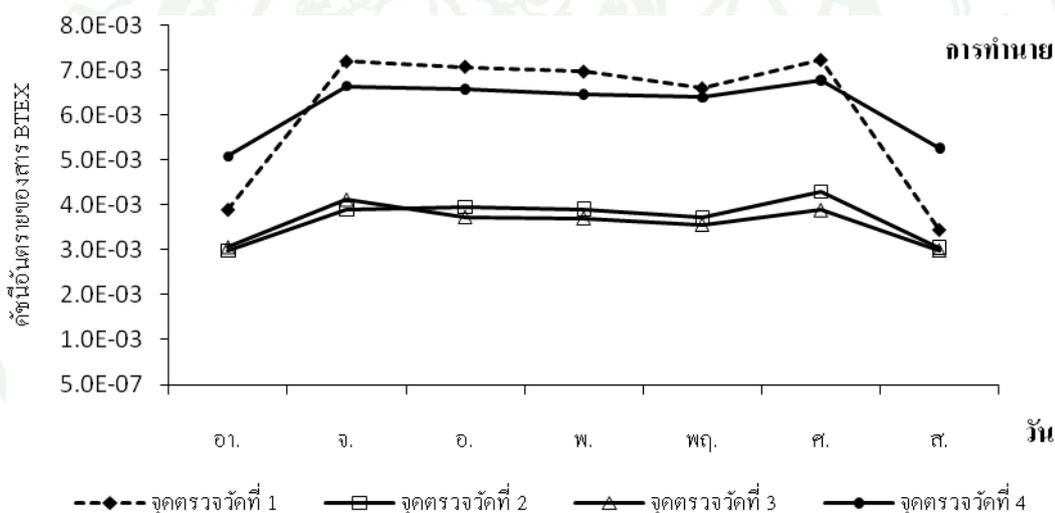
ส่วนผลรวมดัชนีอันตราย ของสาร BTEX จากการทำนายพบว่ามีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 2.9×10^{-3} - 7.5×10^{-3} พบว่าไม่เกิน 1 ถือว่าเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานของ US.EPA. (2010) ดังแสดงในภาพที่ 39



ภาพที่ 39 ค่าดัชนีอันตรายของสารเอทิลเบนซีน และ ไซลีน ที่เป็นอันตรายเรื้อรังแบบไม่ก่อมะเร็ง



ก. ค่าดัชนีความเสี่ยงรวมของสาร BTEX จากการตรวจวัดจริง



ข. ค่าดัชนีความเสี่ยงรวมของสาร BTEX จากการทำนายด้วยแบบจำลอง CALINE 4

ภาพที่ 40 ค่าดัชนีความเสี่ยงรวมของสาร BTEX แบ่งตามจุดตรวจวัด

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความเสี่ยงรวม (HQ) ของสารเบนซีน, โทลูอีน, เอทิลเบนซีน และไซลีน โดยทำการแบ่งตามจุดตรวจวัดดังแสดงในภาพที่ 40 พบว่าการตรวจวัดจริงนั้นมีค่าดัชนีความเสี่ยงในจุดตรวจวัดที่ 1 สูงสุด คือมีค่าดัชนีความเสี่ยงอยู่ในช่วงระหว่าง $5.1 \times 10^{-3} - 9.6 \times 10^{-3}$ รองลงมาคือ จุดตรวจวัดที่ 4, 2 และ 3 มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง $5.3 \times 10^{-3} - 7.1 \times 10^{-3}$, $5.6 \times 10^{-3} - 6.8 \times 10^{-3}$ และ $4.1 \times 10^{-3} - 6.0 \times 10^{-3}$ ตามลำดับ

จากผลการคำนวณค่าความเสี่ยงตามจุดตรวจวัด พบว่ามีปริมาณความเสี่ยงที่ จุดตรวจวัดที่ 1 และ 4 มีค่าความเสี่ยงสูงกว่า จุดตรวจวัดที่ 2 และ 3 เนื่องมาจากบริเวณจุดตรวจวัดที่ 1 และ 4 เป็นบริเวณที่อยู่ฝั่งขาเข้ากรุงเทพ ซึ่งมีปริมาณยานพาหนะสูงกว่าในฝั่งขาออกจากกรุงเทพ (จุดตรวจวัดที่ 2 และ 3) ดังนั้นปริมาณยานพาหนะจึงมีผลต่อค่าความเสี่ยงในบริเวณริมถนนที่ใกล้เคียง

4.3 ลักษณะการแพร่กระจายของค่าความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดมะเร็ง และก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพแต่ไม่ก่อมะเร็ง

ลักษณะการแพร่กระจายของระดับความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดมะเร็ง พบว่าระดับความเสี่ยงแพร่กระจายจากบริเวณกึ่งกลางมาสู่บริเวณริมถนน ซึ่งมีค่าความเสี่ยงอยู่ในช่วง 1.1×10^{-6} - 2×10^{-6} และแพร่ออกสู่บริเวณที่อยู่อาศัยรอบนอกซึ่งมีระดับความเสี่ยงต่ำกว่า 1×10^{-6} ถือว่ามีความเสี่ยงที่ก่อมะเร็งที่ยอมรับตามมาตรฐานของ US.EPA. ดังแสดงในภาพที่ 41 ก ส่วนค่าดัชนีความเสี่ยงรวมของสาร BTEX พบว่าไม่มีค่าผลรวมเกิน 1 ดังนั้นจึงถือว่ามีค่าความเสี่ยงของสารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพที่ยอมรับได้ ดังแสดงในภาพที่ 41 ข

ผลการคำนวณค่าความเสี่ยง พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับ มณีรัตน์ (2551) ซึ่งทำการศึกษาหาปริมาณความเสี่ยงของบุคคลที่โดยสารบนรถประจำทาง ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยพบว่ามีค่าความเสี่ยงก่อให้เกิดมะเร็งเท่ากับ 2×10^{-6} - 2×10^{-5} และพบค่าความเสี่ยงที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็งของสาร BTEX มีค่าต่ำกว่า 1

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. ปริมาณความเข้มข้นของที่ได้จากการตรวจวัดจริง และจากการทำนายพบว่ามีปริมาณความเข้มข้นของสารเบนซีนสูงสุด อีกทั้งปริมาณยานพาหนะ รวมถึงชนิดของยานพาหนะมีผลต่อปริมาณสาร BTEX ในบริเวณพื้นที่ริมถนนที่อยู่ใกล้เคียง

ในส่วนลักษณะการแพร่กระจาย จะมีการแพร่กระจายจากบริเวณกึ่งกลางถนน (บริเวณแหล่งกำเนิด) ซึ่งมีความเข้มข้นของสาร BTEX สูง ไปสู่บริเวณริมถนนซึ่งปริมาณความเข้มข้นของสาร BTEX ต่ำกว่า จนถึงพื้นที่อยู่อาศัยใกล้เคียง โดยการแพร่กระจายจะแปรผกผันกับความเร็วลม

2. ปริมาณสาร BTEX ที่ได้จากการตรวจวัดจริง และการทำนายเมื่อนำปริมาณสาร BTEX ทั้งหมด มาเปรียบเทียบทางสถิติ SPSS พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันในระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ดังนั้นจึงสามารถนำค่าจากการทำนายมาประเมินความเข้มข้นของสาร BTEX ได้ ในส่วนค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสาร BTEX ที่ได้จากการตรวจวัดจริง และการทำนายพบว่ามีค่าแปรผันตามกันในทิศทางบวก

3. ปริมาณยานพาหนะมีผลต่อค่าความเสี่ยงในพื้นที่ใกล้เคียง คือในบริเวณฝั่งขาเข้ากรุงเทพฯจะมีค่าความเสี่ยงที่ทำให้ประชากร 1 ล้านคน มีโอกาสเป็นมะเร็ง 1-2 คน จากประชากรปกติ มากกว่าในบริเวณฝั่งขาออกจากรุงเทพฯ ที่มีค่าความเสี่ยงที่ทำให้ประชากร 1 ล้านคน มีโอกาสเป็นมะเร็ง 1 คนจากประชากรปกติ ในส่วนของผลรวมดัชนีอันตรายพบว่าในพื้นที่ทั้งหมดมีค่าไม่เกิน 1 แสดงว่ามีค่าความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ แต่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานของ US.EPA

ข้อเสนอแนะ

1. การเพิ่มจุดเก็บตัวอย่างให้มีการกระจายรอบพื้นที่มากขึ้น เพื่อช่วยในการเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ของปริมาณสาร BTEX ที่ได้จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง กับการตรวจวัดจริง หลายจุดรับมลพิษที่มากขึ้น
2. ข้อมูลด้านอุณหภูมิ, ทิศทางลม และความเร็ว มีผลต่อการทำนายความเข้มข้นด้วยแบบจำลอง ควรมีการตรวจวัดข้อมูลเหล่านี้ในพื้นที่ริมถนนเพื่อช่วยทำให้การทำนายปริมาณการเกิดสาร BTEX แม่นยำมากขึ้น
3. การคำนวณปัจจัยการปลดปล่อยจึงควรมีการเพิ่มปัจจัยที่เกิดจากการระเหยของเครื่องยนต์เข้าไปด้วยเพื่อช่วยในการทำนายด้วยแบบจำลองเกิดความแม่นยำมากขึ้น
4. การใช้โปรแกรมเขียนแผนที่เส้นความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับบริเวณริมถนน เช่น CAL Road View จะทำให้ได้แผนที่ความเข้มข้นที่แม่นยำมากขึ้น
5. การหาค่า Recovery ในตัวอย่างอากาศที่ทำการตรวจวัดเป็นการสอบเทียบผลการวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ ทำให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่แม่นยำมากขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2541ก. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการของสารเคมีเฉพาะเรื่อง โทลูอิน. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. (เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ)

_____. 2541ข. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการของสารเคมีเฉพาะเรื่อง ไซลีน. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. (เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ)

_____. 2542. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการของสารเคมีเฉพาะเรื่อง เบนซีน. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. (เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ)

_____. 2543. รายงานฉบับสมบูรณ์การปรับปรุงฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศและประเมินผลกระทบต่อคุณภาพอากาศในเขตกรุงเทพ และปริมณฑล กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม

_____. 2551. ปัจจัยการปลดปล่อยสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายจากยานพาหนะในประเทศไทย. สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง. (อัคราณา)

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2553. เอกสารข้อมูลผังลมในค่าย 20 ปี ตั้งแต่ พ.ศ.2524-2543 ของสถานีอุตุนิยมวิทยาสนามบินดอนเมือง . กรมอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพมหานคร. (อัคราณา)

กลุ่มสถิติการขนส่ง และกองแผนงาน. 2553. สรุปข้อมูลการขนส่งประจำปีงบประมาณปี 2552. แหล่งที่มา: http://apps.dlt.go.th/statistics_web/statistics.html, 19 เมษายน 2553

_____. 2553. สรุปข้อมูลการขนส่งประจำปีงบประมาณปี 2553. แหล่งที่มา: http://apps.dlt.go.th/statistics_web/statistics.html, 19 เมษายน 2553

เกรียงศักดิ์ อุคมสิน โรจน์. 2546. ของเสียอันตราย Hazardous Wastes. มหาวิทยาลัยรังสิต

บุษ ไกยวรรณ. 2533. **หลักสถิติวิจัยและการใช้โปรแกรม SPSS**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชนศักดิ์ วิศรี. 2547. **ผลกระทบของการจราจรต่อปริมาณสารมลพิษจากรถยนต์ บนถนนสายหลัก เขตกรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นภาพร พานิช และแสงสันต์ พานิช. 2544. **แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านคุณภาพอากาศ**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์ และคณิตา ตั้งคณานุรักษ์. 2552. **เคมีบรรยากาศ Atmospheric Chemistry**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พูลพร แสงบางปลา. 2537. **ไอเสียจากเครื่องยนต์และการควบคุม**. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วนิดา จีนศาสตร์. 2550. **มลพิษอากาศ และการจัดการคุณภาพอากาศ Air Pollution and Air Quality Mangement**. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สรรเสริญ เชียรโพธิ์ภิรักษ์. **วิทยานิพนธ์เรื่องการประเมินการแพร่กระจายของก๊าซมีเทน สารอินทรีย์ระเหย และกลิ่นจากสถานีกำจัดมูลฝอย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สาวิตรี พูลมา. 2548. **วิทยานิพนธ์เรื่องการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายจากสิ่งแวดล้อมของผู้พักอาศัยในเขตกรุงเทพ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์

สำนักจัดการระบบขนส่งทางบก กลุ่มวิชาการและวางแผนสถิติ. 2552. **ปริมาณจราจรปี 2551**. แหล่งที่มา: http://www.dlt.go.th/statistics_web/statistics.html, 1 มีนาคม 2552

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง. 2551. **สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศ และเสียงปี 2549**. สำนักพิมพ์บริษัท ซีซี จำกัด. กรุงเทพฯ

- _____. 2551. สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศ และเสียงปี 2550. สำนักพิมพ์ บริษัท อีชี จำกัด, กรุงเทพฯ
- _____. 2552. สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศ และเสียงปี 2551. สำนักพิมพ์ บริษัท อีชี จำกัด, กรุงเทพฯ
- _____. 2553. สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศ และเสียงปี 2552. สำนักพิมพ์ บริษัท อีชี จำกัด, กรุงเทพฯ
- Akula, V., I. Vlad., S. Robert. and B. Richard.. 2009. Modeling the impacts of traffic emission on air toxics concentrations near roadways. **Atmospheric Environment** 2009 (43):3191-3199.
- Broderick M. B. and R T. O'Donoghue. 2007. Spatial variation of roadside C2–C6 hydrocarbon concentrations during low wind speeds: Validation of CALINE4 and COPERT III modeling. **Transportation Research Part D** 12 (8) 537–547
- David, C. and F. Alley. 1994. **Air Pollution Control: A Design Approach. 2nd ED.** Waveland Press, Inc.
- David, J. B., D. H. Cornelis, G. John, W. John., E. Paul, K. Simon, and S. Kirsty. 2000. A regression-based method for mapping traffic-related air pollution: application and testing in four contrasting urban environments. **The Science of the Total Environment** 253(1-3): 151-167.
- Dana, L. C., S. E.. Douglas and D. P. Jeffrey. 1998. **User's guide for CL4: A User-Friendly interface for the CALINE 4 Model for transportation project impact assessments.** Available Source: <http://aqp.engr.ucdavis.edu/Documents/Guide.pdf>, March 1, 2010.

Dutta, C., D Som, A Chatterjee, A. K. Mukherjee, T.K. Jana and S. Sen. 2009. Mixing ratios of carbonyls and BTEX in ambient air of Kolkata, India and their associated health risk.

Environmental Monitoring Assessment 148 (1-4) 97-107

Eduardo, M. M., A. Graciela, F. B. Glauco. and D. P. Murilo. 2007. Atmospheric levels of aldehydes and BTEX and their relationship with vehicular fleet changes in Rio de Janeiro urban area. **Chemosphere** 67(10):2096-2103

Edward, A. M., and A. R. Frank. 1998. **Statistical procedures for analysis of environmental monitoring data and risk assessment.** Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall PTR.

Elsorm, D. 1987. **Atmospheric Pollution.** Basil Blackwell Inc.

Hiroto K., M. Shigeki., H. Yoshimichi and F. Akihiro.. 2005. Volatile organic compound emission factors from roadside measurements. **Atmospheric environment** 40(13):2301-2312.

Hunter, P. and T. S. Oyama. 2000. **Control of Volatile Organic Compound Emissions.** A Wiley – Interscience Publ. John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.

Jonse, G. S., B. E. A. Fisher, N. Gonzalez-Flesca and R. Sokhi R. 2000. The Use Of Measurement Programmes And Models to Assess Concentration next to Major road in Urban Areas. **Environmental Monitoring and Assessment** 64 (2): 531–547

Louvar J.F. 1998. **Health and Environmental Risk Analysis Fundamentals ith Applications.** Prentice Hall PTR, New Jersey, USA.

Lyndon A Vermont State College. **Handout of Atmospheric Sciences.** Available Source: <http://apollo.lsc.vsc.edu/>, March 8, 2010.

- Majumdar, D., K. A. Mukherjee. and S. Sen. 2008. Apportionment of sources to determine vehicular emission factors of BTEX in Kolkata, India. **Water air soil pollution** 201(1-4): 379-388.
- Maneerat, O. and C. Orathai. 2009. Commuter exposure to BTEX in public transportation modes in Bangkok, Thailand. **Journal of Environmental Sciences** 22(3) 397–404
- Mas, H. 1989. **CALINE4 –A Dispersion Model For Predicting Air Pollutant Concentrations Near Roadways**. State of California department of Transportation Division of New Technology and Research., California. (Mimeographed)
- Maurizio, C., D. G. Gianluigi, M. Annalisa. , T. Livia. and T. Maria. 2010. Assessment of the impact of the vehicular traffic on BTEX concentration in ring roads in urban areas of Bari (Italy). **Chemosphere** 81 (3) 306–311
- Fabio M. 2006. Air quality nearby road traffic tunnel portals: BTEX monitoring. **Journal of Environment Science** 19(5): 578-583.
- National Institute for Occupational Safety and Health: NIOSH. 2003. **Manual of Analytical Methods (NIOSH 1501)**. Available Source: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/1501.pdf>, June 12, 2010.
- Parra, A.M., D. Elustondo, R. Bermejo and J. M. Santamaria. 2008. Ambient air levels of volatial organic compounds (VOC) and nitrogen dioxide (NO₂) in a medium size city in Northern Spain. **Science of the total environment**. 407(3) 999-1009.
- Sax, N.I. 1974. **Industrial Pollution**. Van Nostrand Reinhold.
- U.S. EPA. 2010. **Integrated Risk Information System (IRIS)**. Available Source: http://www.epa.gov/ncea/iris/help_ques.htm#whatiris, June 13, 2010

Verchueren, K. 1996. **Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals**. 2nd ed. n.p., U.S.A.

Vo Thi, Q. T. and. K. O. Nguyen Thi. 2007. Roadside BTEX and other gaseous air pollutants in relation to emission sources. **Atmospheric Environment** 41 (36) 7685–7697





ภาคผนวก



ตัวอย่างการคำนวณ

1. การคำนวณความเข้มข้นจากการตรวจวัด

1.1 สูตรที่ใช้คำนวณปริมาณความเข้มข้น ที่ได้จากการตรวจวัดคือ

$$C = \frac{(W_f + W_b - B_f - B_b)}{V}$$

เมื่อ C = ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยง่าย

W_f = มวลสารอินทรีย์ระเหยง่ายจากตัวอย่างในหลอดดูดซับส่วนหน้า (μg)

W_b = มวลสารอินทรีย์ระเหยง่ายจากตัวอย่างในหลอดดูดซับส่วนหลัง (μg)

B_f = มวลสารอินทรีย์ระเหยง่ายจากแบลลงค์ในหลอดดูดซับส่วนหน้า (μg)

B_b = มวลสารอินทรีย์ระเหยง่ายจากแบลลงค์หลอดดูดซับส่วนหลัง (μg)

V = ปริมาณที่ใช้เก็บตัวอย่าง (ml)

ที่มา: NIOSH1501 (2003)

1.2 ตัวอย่างการคำนวณปริมาณความเข้มข้นที่ได้จากการตรวจวัด

ผลความเข้มข้นที่ได้จากเครื่อง GC/MS พบว่ามีค่าความเข้มข้นสารเบนซีนจากหลอดดูดซับดังนี้ ส่วนหน้าคือ 90.97 μg ส่วนหลังคือ และผลการเก็บแบลลงค์พบว่าที่ส่วนหน้าและหลังไม่มีปริมาณสารอินทรีย์ ปริมาณการเก็บตัวอย่าง 12 L

$$C = \frac{\left(90.97 \frac{\mu\text{g}}{\text{ml}} + 4.5 \frac{\mu\text{g}}{\text{ml}}\right) \times 1\text{ml}}{12000\text{ml}}$$

$$= 7.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

2. การคำนวณค่าปัจจัยการปลดปล่อยจากยานพาหนะ

2.1 สมการที่ใช้ในการคำนวณปัจจัยการปลดปล่อยคือ

$$Y = 1.609 \times \frac{(\beta_{MC} \times X_{MC}) + (\beta_{LG} \times X_{LG}) + (\beta_{LD} \times X_{LD}) + (\beta_{HD} \times X_{HD})}{\text{Total volum of vehicles}}$$

เมื่อ Y = ค่าผลรวมปัจจัยการปลดปล่อย (g/mile-vehicle)

β = จำนวนยานพาหนะแต่ละชนิด (vehicles)

X = ค่าปัจจัยการปลดปล่อยยานพาหนะแต่ละชนิด g/(km.vehicle)

หมายเหตุ MC = ยานพาหนะประเภทมอเตอร์ไซค์

LG = ยานพาหนะประเภทเครื่องยนต์เบนซิน

LD = ยานพาหนะประเภทเครื่องยนต์ดีเซลเบา

HD = ยานพาหนะประเภทเครื่องยนต์ดีเซลหนัก

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Kawashima *et al.* (2005)

2.2 ตัวอย่างการคำนวณค่าปัจจัยการปลดปล่อย

ปริมาณยานพาหนะเฉลี่ยวันจันทร์ช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเช้าพบว่า มียานพาหนะประเภทจักรยานยนต์ 857 คัน เครื่องยนต์เบนซิน 1,556 คันเครื่องยนต์ดีเซลเบา 212 คัน และเครื่องยนต์ดีเซลหนัก 202 คัน รวมมีปริมาณยานพาหนะทั้งหมดคือ 2,827 ใช้ค่าปริมาณการปลดปล่อยของสารเบนซิน, โทลูอิน, เอทิลเบนซิน และไซลีนของกรมควบคุมมลพิษ (2552) ดังแสดงในตารางที่ 6

2.2.1 ค่าผลรวมการปลดปล่อยของสาร เบนซิน

$$\begin{aligned} \beta_{MC} \times X_{MC} &= 857 \text{ vehicles} \times 0.08 \frac{\text{g}}{\text{km.vehicle}} \\ &= 68.56 \text{ g/km} \end{aligned}$$

$$\beta_{LG} \times X_{LG} = 1556 \text{ vehicles} \times 0.023 \frac{\text{g}}{\text{km.vehicle}}$$

$$= 35.79 \text{ g/km}$$

$$\beta_{LD} \times X_{LD} = 212 \text{ vehicles} \times 0.001 \frac{\text{g}}{\text{km.vehicle}}$$

$$= 0.212 \text{ g/km}$$

$$\beta_{LG} \times X_{LG} = 1556 \text{ vehicles} \times 0.023 \frac{\text{g}}{\text{km.vehicle}}$$

$$= 35.79 \text{ g/km}$$

$$Y = 1.609 \frac{\text{mile}}{\text{km}} \times \frac{68.56 \frac{\text{g}}{\text{kg}} + 35.79 \frac{\text{g}}{\text{kg}} + 0.21 \frac{\text{g}}{\text{kg}} + 35.79 \frac{\text{g}}{\text{kg}}}{2827 \text{ vehicles}}$$

$$= 0.08 \text{ g/mile-vehicle}$$

3. การคำนวณการเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้น (ppm) เป็น $\mu\text{g}/\text{m}^3$

เนื่องจากแบบจำลอง CALINE4 มีการคำนวณได้ผลออกมาเป็น ppm ที่สภาวะการณเก็บตัวอย่าง และแบบจำลอง CALINE4 ที่ใช้นี้เป็นแบบจำลองที่ใช้คำนวณสารคาร์บอนมอนนอกไซด์ จึงต้องใช้น้ำหนักโมเลกุลของคาร์บอนมอนนอกไซด์ในการคำนวณ

3.1 สมการที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$\text{mg}/\text{m}^3 = \frac{\text{ppm} \times P \times M_w}{R \times T(\text{K})}$$

เมื่อ mg/m^3 = ความเข้มข้นหน่วย mg/m^3

ppm = ความเข้มข้นหน่วย ppm

P = ความดันบรรยากาศ (atm)

M_w = มวลโมเลกุล (mg)

R = 0.0821 (atm-dm³/mol-K)

T = อุณหภูมิ (K)

3.2 ตัวอย่างการคำนวณการแปลงหน่วย จาก ppm เป็น mg/m³

อุณหภูมิ 28.4 °C ความดันบรรยากาศ 0.997 atm ค่าคงที่ 0.0821 (atm·dm³/mol·K)
น้ำหนักโมเลกุล 30 g/mol และ ppm ความเข้มข้นสารเบนซีน 3.9 ppm

$$\begin{aligned} \text{mg/m}^3 &= \frac{3.9 \times 10^{-3} \text{ ppm} \times 0.997 \text{ atm} \times 30 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{0.0821 \frac{\text{atm} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \times 301.4 \text{ K}} \\ &= 4.71 \times 10^{-3} \text{ mg/m}^3 \text{ หรือ } 4.71 \mu\text{g/m}^3 \end{aligned}$$

4. การคำนวณประเมินความเสี่ยงประกอบด้วย

4.1 ปริมาณการรับสัมผัสสารพิษเฉลี่ย 70 ปี

4.1.1 การคำนวณปริมาณการรับสัมผัสสารทางการหายใจ (Intake Dose) ใช้สมการ

ดังนี้

$$I_{\text{Inh}} = \frac{C_{\text{Inh}} \times \text{CR} \times \text{ET} \times \text{EF} \times \text{ED}}{\text{BW} \times \text{AT}}$$

โดยที่ I_{Inh} = ปริมาณสารพิษที่เข้าสู่ร่างกายทางการหายใจ, mg·kg⁻¹·day⁻¹

C_{Inh} = ความเข้มข้นเฉลี่ยของสารเคมีในบรรยากาศ, mg/m³

CR = อัตราการหายใจ (Inhalation Rate), m³/hr

ET = เวลาในการสัมผัส, hr/day

EF = ความถี่ในการรับสัมผัส day/year

ED = ระยะเวลาที่สัมผัส, year

BW = น้ำหนักร่างกายของผู้สัมผัส (Body Weight), kg

AT = เวลาเฉลี่ย, days

4.1.2 ตัวอย่างการคำนวณปริมาณการรับสัมผัสสารทางการหายใจ(Intake Dose)โดย
แทนค่าตามตารางที่ 7

4.1.2.1 ปริมาณการรับสัมผัสสารเบนซีน

$$I_{inh} = \frac{7.20 \times 10^{-3} \frac{mg}{m^3} \times 0.83 \frac{m^3}{hour} \times 1 \frac{hour}{day} \times 260 \frac{day}{year} \times 70year}{70kg \times (70 \times 365) day}$$

$$= 6.08 \times 10^{-5} \text{ mg/kg.day}$$

4.1.2.2 ปริมาณการรับสัมผัสสารโทลูอีน

$$I_{inh} = \frac{2.32 \times 10^{-3} \frac{mg}{m^3} \times 0.83 \frac{m^3}{hour} \times 1 \frac{hour}{day} \times 260 \frac{day}{year} \times 70year}{70kg \times (70 \times 365) day}$$

$$= 1.96 \times 10^{-5} \text{ mg/kg.day}$$

4.1.2.3 ปริมาณการรับสัมผัสสารเอทิลเบนซีน

$$I_{inh} = \frac{2.10 \times 10^{-5} \frac{mg}{m^3} \times 0.83 \frac{m^3}{hour} \times 1 \frac{hour}{day} \times 260 \frac{day}{year} \times 70year}{70kg \times (70 \times 365) day}$$

$$= 1.77 \times 10^{-7} \text{ mg/kg.day}$$

4.1.2.4 ปริมาณการรับสัมผัสสารไซลีน

$$I_{inh} = \frac{5.55 \times 10^{-5} \frac{mg}{m^3} \times 0.83 \frac{m^3}{hour} \times 1 \frac{hour}{day} \times 260 \frac{day}{year} \times 70year}{70kg \times (70 \times 365) day}$$

$$= 4.69 \times 10^{-7} \text{ mg/kg.day}$$

4.2 การคำนวณค่าความเสี่ยงก่อมะเร็งของสารเบนซีน (Cancer Risk: R_c)

คำนวณค่าความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดมะเร็ง โดยคำนวณเฉพาะสารเบนซีนซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งอันดับ 1 ดังสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Risk} = I \times \text{SF}$$

โดยที่ Risk = โอกาสที่ผู้สัมผัสจะเป็นมะเร็ง

I = ปริมาณสารเคมีที่ร่างกายเฉลี่ยได้รับตลอดอายุขัย 70 ปี (mg/kg/day)

SF = ค่า Slope Factor (mg/kg/day)⁻¹

ตัวอย่างการคำนวณค่าความเสี่ยงก่อมะเร็งสารเบนซีน (Cancer Risk: R_c)

$$R_c = 6.08 \times 10^{-5} \times 0.0273$$

$$= 1.66 \times 10^{-6}$$

4.3 การคำนวณค่าดัชนีอันตราย(HI) และผลรวมความเสี่ยงที่เป็นอันตรายเรื้อรังแบบไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง(HQ) ของสารเบนซีน, โทลูอิน, เอทิลเบนซีน และไซลีน โดยคำนวณตามสมการดังต่อไปนี้

$$HI = \frac{I}{\text{RfD}} ; HQ = \sum HI$$

โดยที่ HI = ดัชนีอันตราย (Hazard Index)

I = ปริมาณสารพิษที่เข้าสู่ร่างกายทางการหายใจ, mg/kg/day

HQ = ผลรวมความเสี่ยงที่เป็นอันตรายเรื้อรังแบบไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง

RfD = Reference dose mg/kg.day

4.3.1 ตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีอันตราย (HI)

4.3.1.1 ค่าดัชนีอันตรายของสารเบนซีน

$$\begin{aligned} HI &= \frac{6.08 \times 10^{-5} \frac{\text{mg}}{\text{kg} \cdot \text{day}}}{0.00857 \frac{\text{mg}}{\text{kg} \cdot \text{day}}} \\ &= 7.09 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

4.3.1.2 ค่าดัชนีอันตรายของสารโทลูอิน

$$\text{HI} = \frac{1.96 \times 10^{-5} \frac{\text{mg}}{\text{kg} \cdot \text{day}}}{1.43 \frac{\text{mg}}{\text{kg} \cdot \text{day}}}$$

$$= 1.37 \times 10^{-5}$$

4.3.1.2 ค่าดัชนีอันตรายของสารเอทิลเบนซีน

$$\text{HI} = \frac{1.77 \times 10^{-7} \frac{\text{mg}}{\text{kg} \cdot \text{day}}}{0.286 \frac{\text{mg}}{\text{kg} \cdot \text{day}}}$$

$$= 6.19 \times 10^{-7}$$

4.3.1.2 ค่าดัชนีอันตรายของสารไซลีน

$$\text{HI} = \frac{4.69 \times 10^{-7} \frac{\text{mg}}{\text{kg} \cdot \text{day}}}{0.02857 \frac{\text{mg}}{\text{kg} \cdot \text{day}}}$$

$$= 1.64 \times 10^{-6}$$

4.3.2 ตัวอย่างการคำนวณผลรวมความเสี่ยงที่เป็นอันตรายเรื้อรังแบบไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง

$$\text{HQ} = \{(7.09 \times 10^{-3}) + (1.37 \times 10^{-5}) + (6.19 \times 10^{-7}) + (1.64 \times 10^{-6})\}$$

$$= 7.11 \times 10^{-3}$$



ก.จุดตรวจวัดที่ 1



ข. จุดตรวจวัดที่ 2



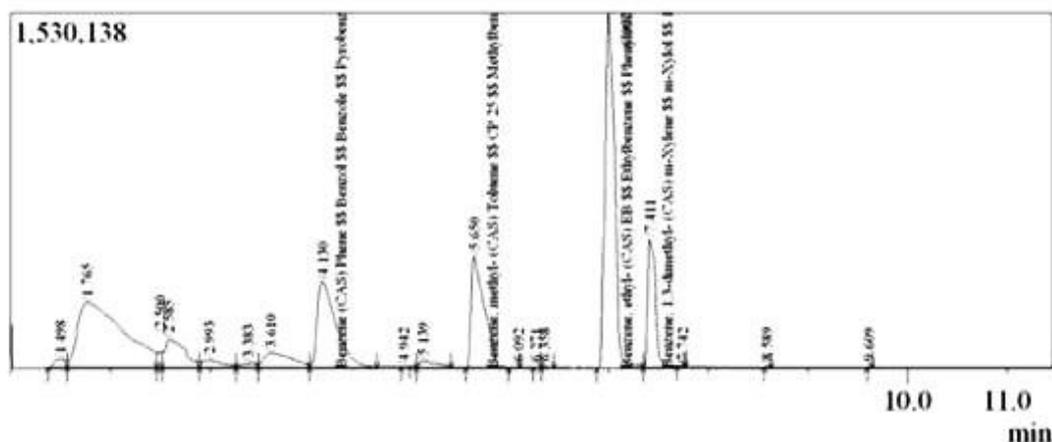
ค.จุดตรวจวัดที่ 3



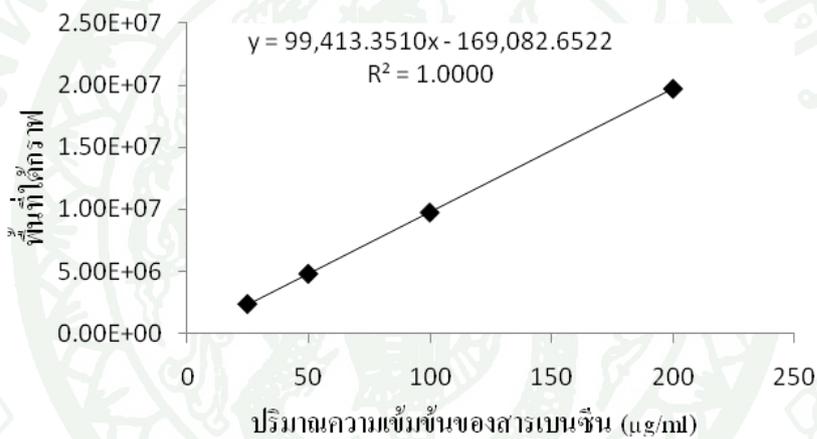
ง.จุดตรวจวัดที่ 4

ภาพผนวกที่ ก1 ภาพจุดตรวจวัด

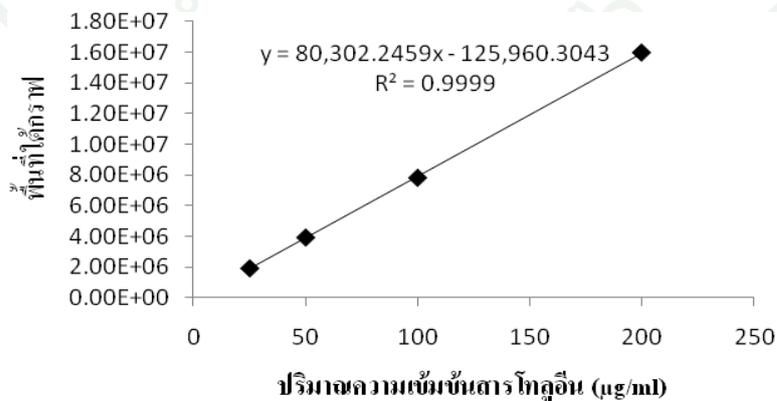




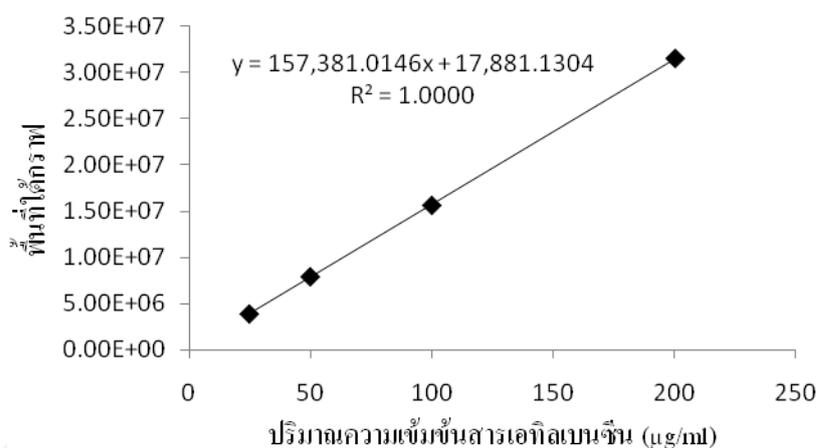
ภาพผนวกที่ ข1 โครมาโทแกรมของสาร BTEX



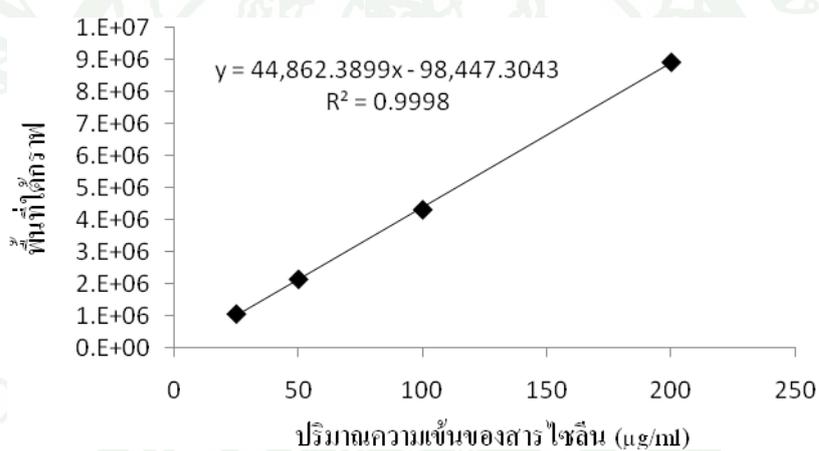
ภาพผนวกที่ ข2 กราฟสารละลายมาตรฐานเบนซีน



ภาพผนวกที่ ข3 กราฟสารละลายมาตรฐานโทลูอีน



ภาพผนวกที่ ข4 กราฟสารละลายมาตรฐานเอทิลเบนซีน



ภาพผนวกที่ ข5 กราฟสารละลายมาตรฐานไซลิ้น

ตารางผนวกที่ ข1 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารเบนซีนเดือนเมษายน 2553

วันที่	จุดตรวจวัด	ความเข้มข้น ($\mu\text{g/ml}$)		พื้นที่ได้กราฟ		ความเข้มข้น ($\mu\text{g/m}^3$)
		Benzene(f)	Benzene(b)	Benzene(f)	Benzene(b)	
17/4/10	1	76.836	0	7638355038	NA	6.403
18/4/10	1	90.972	4.5	9043662146	447190990	7.956
19/4/10	1	172.95	8.25	17193369709	819991050.5	15.1
20/4/10	1	155.412	7.14	15449858386	709642232.6	13.546
21/4/10	1	103.06	6.98	10245370714	693736096.7	9.17
22/4/10	1	150.434	7.03	14954978732	698706764.2	13.122
23/4/10	1	161.468	10	16051905630	993964412.1	14.289
17/4/10	4	67.032	0	6663706559	NA	5.586
18/4/10	4	77.400	0	7694424167	NA	6.45
19/4/10	4	88.460	3.34	8793935812	331871504.6	7.65
20/4/10	4	73.560	0	7312676905	NA	6.13
21/4/10	4	101.418	4.23	10082133994	420349385.6	8.804
22/4/10	4	78.240	0	7777931380	NA	6.52
23/4/10	4	95.980	2.66	9541524200	264270427	8.22

หมายเหตุ Benzene(f) = ปริมาณสารเบนซีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube)ส่วนหน้า

Benzene(b) = ปริมาณสารเบนซีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube)ส่วนหลัง

ตารางผนวกที่ ข2 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารเบนซีนเดือนมิถุนายน 2553

วันที่	จุด ตรวจวัด	ความเข้มข้น ($\mu\text{g/ml}$)		พื้นที่ได้กราฟ		ความเข้มข้น ($\mu\text{g/m}^3$)
		Benzene(f)	Benzene(b)	Benzene(f)	Benzene(b)	
22/6/10	2	67.764	0	6736453272	NA	5.647
23/6/10	2	73.593	3.12	7315997311	310000567.7	6.392
24/6/10	2	73.166	2.11	7273508045	209593084.7	6.273
25/6/10	2	70.672	2.78	7025571151	276200028.9	6.121
26/6/10	2	67.303	1.58	6690612782	156904009.5	5.740
27/6/10	2	79.156	3.5	7868994008	347777640.5	6.888
28/6/10	2	67.992	0	6759143375	NA	5.666
22/6/10	3	71.669	3.01	7124734973	299065099.3	6.223
23/6/10	3	82.697	3.02	8221043520	300059232.8	7.143
24/6/10	3	81.846	2.43	8136415918	241405356.6	7.023
25/6/10	3	79.984	3.32	7951308262	329883237.6	6.942
26/6/10	3	78.416	2.98	7795428130	296082698.8	6.783
27/6/10	3	82.072	2.78	8158883335	276200028.9	7.071
28/6/10	3	61.896	2.1	6153168309	208598951.2	5.333

หมายเหตุ Benzene(f) = ปริมาณสารเบนซีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube)ส่วนหน้า
Benzene(b) = ปริมาณสารเบนซีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube)ส่วนหลัง

ตารางผนวกที่ ข3 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารเบนซีน เดือนพฤศจิกายน 2553

วันที่	จุดตรวจวัด	ความเข้มข้น ($\mu\text{g/ml}$)		พื้นที่ได้กราฟ		ความเข้มข้น ($\mu\text{g/m}^3$)
		Benzene(f)	Benzene(b)	Benzene(f)	Benzene(b)	
17/11/10	1	54.75	2.1	5442711801	208598951.2	4.738
18/11/10	1	56.108	1.98	5577715130	196669349.3	4.841
19/11/10	1	49.09	0	4880032243	NA	4.091
20/11/10	1	45.848	0	4557734164	NA	3.821
21/11/10	1	41.656	0	4140993403	NA	3.471
22/11/10	1	51.24	1.1	5093770944	109185601.8	4.362
23/11/10	1	47.123	0	4684486185	NA	3.927
17/11/10	4	40.608	0	4036808213	NA	3.384
18/11/10	4	39.216	0	3898424830	NA	3.268
19/11/10	4	44.926	0	4466075056	NA	3.742
20/11/10	4	31.584	0	3139702147	NA	2.632
21/11/10	4	31.944	0	3175490953	NA	2.662
22/11/10	4	42.744	1.23	4249155127	122109337.2	3.665
23/11/10	4	42.726	1.23	4247365687	122109337.2	3.663

หมายเหตุ Benzene(f) = ปริมาณสารเบนซีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube)ส่วนหน้า
Benzene(b) = ปริมาณสารเบนซีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube)ส่วนหลัง

ตารางผนวกที่ ข4 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารโทลูอีน เดือนเมษายน 2553

วันที่	จุดตรวจวัด	ความเข้มข้น ($\mu\text{g/ml}$)		พื้นที่ได้กราฟ		ความเข้มข้น ($\mu\text{g/m}^3$)
		Toluene(f)	Toluene(b)	Toluene(f)	Toluene(b)	
17/4/10	1	19.920	NA	1599494754	NA	1.660
18/4/10	1	22.116	NA	1775838484	NA	1.843
19/4/10	1	39.840	NA	3199115469	NA	3.320
20/4/10	1	41.184	NA	3307041686	NA	3.432
21/4/10	1	47.052	NA	3778255258	NA	3.921
22/4/10	1	32.880	NA	2640211846	NA	2.740
23/4/10	1	46.440	NA	3729110284	NA	3.870
17/4/10	4	26.880	NA	2158398378	NA	2.240
18/4/10	4	33.636	NA	2700920343	NA	2.803
19/4/10	4	35.280	NA	2832937233	NA	2.940
20/4/10	4	33.120	NA	2659484385	NA	2.760
21/4/10	4	28.320	NA	2274033610	NA	2.360
22/4/10	4	30.120	NA	2418577651	NA	2.510
23/4/10	4	37.224	NA	2989044797	NA	3.102

หมายเหตุ Toluene (f) = ปริมาณสารโทลูอีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube) ส่วนหน้า
Toluene (b) = ปริมาณสารโทลูอีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube) ส่วนหลัง

ตารางผนวกที่ ข5 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารโทลูอีน เดือนมิถุนายน 2553

วันที่	จุดตรวจวัด	ความเข้มข้น ($\mu\text{g/ml}$)		พื้นที่ได้กราฟ		ความเข้มข้น ($\mu\text{g/m}^3$)
		Toluene(f)	Toluene(b)	Toluene(f)	Toluene(b)	
22/6/10	2	13.296	NA	1067572685	NA	1.108
23/6/10	2	15.936	NA	1279570611	NA	1.328
24/6/10	2	16.104	NA	1293061389	NA	1.342
25/6/10	2	15.504	NA	1244880042	NA	1.292
26/6/10	2	14.556	NA	1168753514	NA	1.213
27/6/10	2	15.648	NA	1256443565	NA	1.304
28/6/10	2	13.248	NA	1063718178	NA	1.104
22/6/10	3	20.767	NA	1667502725	NA	1.731
23/6/10	3	30.552	NA	2453268220	NA	2.546
24/6/10	3	31.920	NA	2563121691	NA	2.660
25/6/10	3	23.766	NA	1908369309	NA	1.981
26/6/10	3	23.777	NA	1909244603	NA	1.981
27/6/10	3	24.720	NA	1984945529	NA	2.060
28/6/10	3	18.840	NA	1512768330	NA	1.570

หมายเหตุ Toluene (f) = ปริมาณสารโทลูอีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube) ส่วนหน้า
Toluene (b) = ปริมาณสารโทลูอีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube) ส่วนหลัง

ตารางผนวกที่ ข6 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารโทลูอีน เดือนพฤศจิกายน 2553

วันที่	จุดตรวจวัด	ความเข้มข้น ($\mu\text{g/ml}$)		พื้นที่ได้กราฟ		ความเข้มข้น ($\mu\text{g/m}^3$)
		Toluene(f)	Toluene(b)	Toluene(f)	Toluene(b)	
17/11/10	1	15.390	NA	1235725586	NA	1.283
18/11/10	1	16.900	NA	1356981975	NA	1.408
19/11/10	1	17.436	NA	1400023979	NA	1.453
20/11/10	1	13.596	NA	1091663359	NA	1.133
21/11/10	1	14.280	NA	1146590094	NA	1.190
22/11/10	1	17.594	NA	1412711733	NA	1.466
23/11/10	1	17.291	NA	1388380153	NA	1.441
17/11/10	4	12.748	NA	1023583116	NA	1.062
18/11/10	4	12.307	NA	988169825.9	NA	1.026
19/11/10	4	13.960	NA	1120893376	NA	1.163
20/11/10	4	11.310	NA	908092427.4	NA	0.943
21/11/10	4	10.098	NA	810733985.9	NA	0.841
22/11/10	4	13.000	NA	1043803221	NA	1.083
23/11/10	4	14.076	NA	1130208436	NA	1.173

หมายเหตุ Toluene (f) = ปริมาณสารโทลูอีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube) ส่วนหน้า
Toluene (b) = ปริมาณสารโทลูอีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube) ส่วนหลัง

ตารางผนวกที่ ข7 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารเอทิลเบนซีน เดือนเมษายน 2553

วันที่	จุดตรวจวัด	ความเข้มข้น ($\mu\text{g/ml}$)		พื้นที่ใต้กราฟ		ความเข้มข้น ($\mu\text{g/m}^3$)
		EB (f)	EB (b)	EB(f)	EB(b)	
17/4/10	1	0.276	NA	43455040.52	NA	0.023
18/4/10	1	0.240	NA	37789324.07	NA	0.020
19/4/10	1	0.588	NA	92557916.34	NA	0.049
20/4/10	1	0.432	NA	68006478.43	NA	0.036
21/4/10	1	0.504	NA	79337911.31	NA	0.042
22/4/10	1	0.384	NA	60452189.84	NA	0.032
23/4/10	1	0.504	NA	79337911.31	NA	0.042
17/4/10	4	0.240	NA	37789324.07	NA	0.020
18/4/10	4	0.264	NA	41566468.37	NA	0.022
19/4/10	4	0.408	NA	64229334.13	NA	0.034
20/4/10	4	0.300	NA	47232184.81	NA	0.025
21/4/10	4	0.360	NA	56675045.55	NA	0.030
22/4/10	4	0.252	NA	39677896.22	NA	0.021
23/4/10	4	0.372	NA	58563617.69	NA	0.031

หมายเหตุ EB (f) = ปริมาณสารเอทิลเบนซีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube)ส่วนหน้า

EB (b) = ปริมาณสารเอทิลเบนซีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube)ส่วนหลัง

ตารางผนวกที่ ข8 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารเอทิลเบนซีน เดือนมิถุนายน 2553

วันที่	จุดตรวจวัด	ความเข้มข้น ($\mu\text{g/ml}$)		พื้นที่ใต้กราฟ		ความเข้มข้น ($\mu\text{g/m}^3$)
		EB (f)	EB (b)	EB (f)	EB (b)	
22/6/10	2	0.132	NA	20792174.75	NA	0.011
23/6/10	2	0.168	NA	26457891.19	NA	0.014
24/6/10	2	0.180	NA	28346463.34	NA	0.015
25/6/10	2	0.180	NA	28346463.34	NA	0.015
26/6/10	2	0.158	NA	24816407.23	NA	0.013
27/6/10	2	0.183	NA	28817032.56	NA	0.015
28/6/10	2	0.144	NA	22680746.9	NA	0.012
22/6/10	3	0.216	NA	34012179.78	NA	0.018
23/6/10	3	0.292	NA	45957398.61	NA	0.024
24/6/10	3	0.302	NA	47598882.57	NA	0.025
25/6/10	3	0.264	NA	41566468.37	NA	0.022
26/6/10	3	0.252	NA	39677896.22	NA	0.021
27/6/10	3	0.264	NA	41566468.37	NA	0.022
28/6/10	3	0.192	NA	30235035.49	NA	0.016

หมายเหตุ EB (f) = ปริมาณสารเอทิลเบนซีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube)ส่วนหน้า
EB (b) = ปริมาณสารเอทิลเบนซีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube)ส่วนหลัง

ตารางผนวกที่ ข9 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารเอทิลเบนซีน เดือนพฤศจิกายน 2553

วันที่	จุดตรวจวัด	ความเข้มข้น ($\mu\text{g/ml}$)		พื้นที่ใต้กราฟ		ความเข้มข้น ($\mu\text{g/m}^3$)
		EB (f)	EB (b)	EB (f)	EB (b)	
17/11/10	1	0.150	NA	23625032.97	NA	0.013
18/11/10	1	0.173	NA	27251091.49	NA	0.014
19/11/10	1	0.224	NA	35271227.88	NA	0.019
20/11/10	1	0.120	NA	18903602.6	NA	0.010
21/11/10	1	0.128	NA	20162650.7	NA	0.011
22/11/10	1	0.184	NA	28975987.39	NA	0.015
23/11/10	1	0.199	NA	31320964.47	NA	0.017
17/11/10	4	0.118	NA	18588840.58	NA	0.010
18/11/10	4	0.132	NA	20792174.75	NA	0.011
19/11/10	4	0.138	NA	21704984.62	NA	0.011
20/11/10	4	0.116	NA	18274078.55	NA	0.010
21/11/10	4	0.085	NA	13363790.97	NA	0.007
22/11/10	4	0.154	NA	24254557.02	NA	0.013
23/11/10	4	0.145	NA	22869604.11	NA	0.012

หมายเหตุ EB (f) = ปริมาณสารเอทิลเบนซีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube)ส่วนหน้า

EB (b) = ปริมาณสารเอทิลเบนซีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube)ส่วนหลัง

ตารางผนวกที่ ข10 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารไซลีน เดือนเมษายน 2553

วันที่	จุดตรวจวัด	ความเข้มข้น ($\mu\text{g/ml}$)		area		ความเข้มข้น ($\mu\text{g/m}^3$)
		xylene(f)	xylene(b)	xylene(f)	xylene(b)	
17/4/10	1	0.504	NA	22512196.87	NA	0.042
18/4/10	1	0.708	NA	31664124.28	NA	0.059
19/4/10	1	1.188	NA	53198071.12	NA	0.099
20/4/10	1	0.996	NA	44584492.38	NA	0.083
21/4/10	1	0.972	NA	43507795.04	NA	0.081
22/4/10	1	0.948	NA	42431097.7	NA	0.079
23/4/10	1	1.092	NA	48891281.75	NA	0.091
17/4/10	4	0.504	NA	22512196.87	NA	0.042
18/4/10	4	0.624	NA	27895683.58	NA	0.052
19/4/10	4	0.744	NA	33279170.29	NA	0.062
20/4/10	4	0.624	NA	27895683.58	NA	0.052
21/4/10	4	0.744	NA	33279170.29	NA	0.062
22/4/10	4	0.744	NA	33279170.29	NA	0.062
23/4/10	4	0.744	NA	33279170.29	NA	0.062

หมายเหตุ Xylene (f) = ปริมาณสารไซลีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube)ส่วนหน้า

Xylene (b) = ปริมาณสารไซลีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube)ส่วนหลัง

ตารางผนวกที่ ข11 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารไซลีน เดือนมิถุนายน 2553

วันที่	จุดตรวจวัด	ความเข้มข้น ($\mu\text{g/ml}$)		area		ความเข้มข้น ($\mu\text{g/m}^3$)
		xylene(f)	xylene(b)	xylene(f)	xylene(b)	
22/6/10	2	0.228	NA	10130177.44	NA	0.019
23/6/10	2	0.257	NA	11415574.62	NA	0.021
24/6/10	2	0.249	NA	11088482.94	NA	0.021
25/6/10	2	0.263	NA	11699598.41	NA	0.022
26/6/10	2	0.246	NA	10956004.3	NA	0.021
27/6/10	2	0.250	NA	11099967.71	NA	0.021
28/6/10	2	0.242	NA	10741382.63	NA	0.020
22/6/10	3	0.351	NA	15639368.57	NA	0.029
23/6/10	3	0.483	NA	21574258.9	NA	0.040
24/6/10	3	0.460	NA	20536457.25	NA	0.038
25/6/10	3	0.444	NA	19825837.01	NA	0.037
26/6/10	3	0.420	NA	18743756.18	NA	0.035
27/6/10	3	0.448	NA	19999903.08	NA	0.037
28/6/10	3	0.372	NA	16573318.27	NA	0.031

หมายเหตุ Xylene (f) = ปริมาณสารไซลีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube)ส่วนหน้า

Xylene (b) = ปริมาณสารไซลีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube)ส่วนหลัง

ตารางผนวกที่ ข12 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารไซลีน เดือนพฤศจิกายน 2553

วันที่	จุดตรวจวัด	ความเข้มข้น (μg)		area		ความเข้มข้น ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		xylene(f)	xylene(b)	xylene(f)	xylene(b)	
17/11/10	1	0.247	NA	10978076.6	NA	0.021
18/11/10	1	0.245	NA	10897324.3	NA	0.020
19/11/10	1	0.280	NA	12463021.68	NA	0.023
20/11/10	1	0.260	NA	11565773.9	NA	0.022
21/11/10	1	0.223	NA	9905865.497	NA	0.019
22/11/10	1	0.280	NA	12463021.68	NA	0.023
23/11/10	1	0.274	NA	12198333.59	NA	0.023
17/11/10	4	0.293	NA	13049821.74	NA	0.024
18/11/10	4	0.251	NA	11153039.92	NA	0.021
19/11/10	4	0.474	NA	21155558.22	NA	0.039
20/11/10	4	0.214	NA	9511076.472	NA	0.018
21/11/10	4	0.200	NA	8874030.545	NA	0.017
22/11/10	4	0.278	NA	12373296.91	NA	0.023
23/11/10	4	0.307	NA	13665333.72	NA	0.026

หมายเหตุ Xylene (f) = ปริมาณสารไซลีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube)ส่วนหน้า

Xylene (b) = ปริมาณสารไซลีนจากหลอดดูดซับ(coconut charcoal tube)ส่วนหลัง

ตารางผนวกที่ ข13 ผลความเข้มข้นของสารเบนซีนจากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4
เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนเมษายน

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667510.19	1525628.59	4.952	7.361	7.193	6.695	6.692	7.345	4.945
667554.75	1525631.82	5.131	7.763	7.584	7.159	7.060	8.025	5.237
667444.95	1525163.61	5.058	7.665	7.471	6.950	6.932	7.539	5.066
667405.28	1525167.43	5.289	8.106	7.902	7.476	7.328	8.381	5.419
667246.22	1524606.11	7.176	10.912	10.599	9.879	9.839	10.581	7.118
667226.62	1524701.71	4.279	6.419	6.286	5.913	5.836	6.613	4.344
667593.28	1525689.86	14.294	22.910	22.302	21.413	20.404	24.264	14.956
667500.47	1525371.41	15.977	24.709	23.857	22.217	22.040	22.963	15.609
667422.2	1525195.23	13.138	21.215	20.636	19.865	18.889	22.498	13.820
667327.81	1524878.04	15.628	24.020	23.299	21.637	21.543	22.386	15.176
667162.06	1524439.47	14.678	23.492	22.846	21.908	20.936	24.805	15.317
667625.75	1525654.04	4.123	6.089	5.956	5.533	5.556	6.137	4.138
667427.92	1525300.67	3.549	5.333	5.199	4.900	4.836	5.540	3.636
667434.18	1525086.42	3.524	5.295	5.171	4.826	4.820	5.305	3.564
667298.64	1524930.21	3.533	5.345	5.259	4.924	4.860	5.550	3.609
667315.78	1524735.95	3.305	4.903	4.806	4.447	4.466	4.975	3.330
667188.37	1524582.19	4.700	7.049	6.894	6.507	6.393	7.274	4.790
667375.72	1524931.97	4.046	6.038	5.904	5.495	5.466	6.047	4.037
667242.71	1524776.56	3.388	5.074	5.001	4.653	4.625	5.290	3.477
667248.08	1524517.72	2.970	4.372	4.274	3.989	4.009	4.489	2.982
667610.69	1525689.5	16.499	25.416	24.710	23.217	22.735	23.554	16.099
667483.73	1525371.79	13.808	22.193	21.747	21.071	19.758	23.365	14.481
667440.32	1525195.85	15.518	24.005	23.319	21.838	21.420	22.049	15.112
667311.73	1524877.42	13.497	21.747	21.264	20.599	19.311	22.889	14.145

ตารางผนวกที่ ข13 (ต่อ)

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667177.24	1524439.23	16.745	25.822	25.116	23.611	23.082	24.010	16.393
667108.56	1524446.28	2.661	3.891	3.889	3.740	3.577	4.092	2.695
667233.7	1524437.94	2.549	3.718	3.715	3.554	3.417	3.837	2.559
667668.13	1525690.23	2.587	3.781	3.766	3.616	3.467	3.922	2.635
667515.32	1525701.18	1.967	2.903	2.911	2.785	2.649	3.070	1.999
667407.94	1525128.18	7.699	11.664	11.325	10.818	10.372	11.185	7.627
667367.66	1525041.79	13.138	21.215	20.768	20.116	18.889	22.332	13.820
667394.5	1525063.27	15.268	23.632	22.933	21.526	21.072	21.703	14.874
667351.77	1524959.58	12.767	19.731	19.126	17.953	17.575	17.989	12.425
667273.96	1524745.72	11.716	18.199	17.543	16.903	16.057	17.675	11.866
667457.29	1525272.27	8.365	12.846	12.390	11.976	11.339	12.628	8.489
667418.52	1525165.33	8.671	13.808	13.488	13.109	12.276	14.625	9.127
667214.73	1524577.46	14.115	22.458	21.929	21.203	19.999	23.156	14.628
667301.34	1524822.52	11.018	16.946	16.333	15.600	14.994	15.762	10.898
667256.75	1524692.16	14.597	22.618	21.936	20.772	20.111	21.201	14.395
667186.42	1524494.42	13.671	21.658	21.227	20.477	19.346	22.365	14.146

ตารางผนวกที่ ข14 ผลความเข้มข้นของสารโพลูอิน จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4
เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนเมษายน

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667510.19	1525628.59	1.912	2.747	2.716	2.872	2.890	2.722	1.931
667554.75	1525631.82	2.008	2.893	2.851	3.092	3.049	3.101	2.090
667444.95	1525163.61	1.947	2.908	2.824	2.970	2.986	2.746	1.992

ตารางผนวกที่ ข14 (ต่อ)

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667405.28	1525167.43	2.069	3.003	2.948	3.239	3.195	3.032	2.137
667246.22	1524606.11	2.777	4.067	3.975	4.227	4.244	3.834	2.788
667226.62	1524701.71	1.662	2.388	2.356	2.564	2.556	2.353	1.717
667593.28	1525689.86	5.647	8.474	8.315	9.286	8.891	9.948	5.961
667500.47	1525371.41	6.108	9.239	9.004	9.360	9.453	8.452	6.132
667422.2	1525195.23	5.200	7.865	7.694	8.619	8.224	8.164	5.476
667327.81	1524878.04	5.958	8.993	8.780	9.126	9.231	8.254	5.946
667162.06	1524439.47	5.809	8.696	8.514	9.507	9.126	8.970	6.098
667625.75	1525654.04	1.590	2.277	2.221	2.406	2.422	2.277	1.633
667427.92	1525300.67	1.390	1.955	1.936	2.132	2.113	1.983	1.421
667434.18	1525086.42	1.378	1.956	1.959	2.097	2.087	1.920	1.371
667298.64	1524930.21	1.390	2.004	1.960	2.132	2.125	1.995	1.445
667315.78	1524735.95	1.268	1.808	1.800	1.925	1.940	1.748	1.335
667188.37	1524582.19	1.837	2.647	2.579	2.822	2.789	2.613	1.904
667375.72	1524931.97	1.577	2.240	2.220	2.368	2.384	2.155	1.619
667242.71	1524776.56	1.329	1.919	1.886	2.035	2.025	1.859	1.395
667248.08	1524517.72	1.131	1.636	1.640	1.740	1.769	1.575	1.173
667610.69	1525689.5	6.307	9.525	9.337	9.825	9.738	8.789	6.331
667483.73	1525371.79	5.448	8.250	8.102	9.094	8.631	8.478	5.774
667440.32	1525195.85	5.933	8.992	8.816	9.231	9.182	8.157	5.921
667311.73	1524877.42	5.336	8.051	7.939	8.935	8.434	8.303	5.625
667177.24	1524439.23	6.405	9.660	9.486	9.998	9.885	8.864	6.442
667108.56	1524446.28	1.019	1.474	1.477	1.633	1.571	1.454	1.061
667233.7	1524437.94	0.982	1.389	1.393	1.546	1.521	1.368	1.036
667668.13	1525690.23	1.008	1.402	1.393	1.570	1.546	1.428	1.048
667515.32	1525701.18	0.771	1.067	1.107	1.212	1.176	1.119	0.787

ตารางผนวกที่ ข14 (ต่อ)

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667407.94	1525128.18	2.958	4.359	4.266	4.596	4.486	4.143	3.019
667367.66	1525041.79	5.200	7.865	7.741	8.724	8.224	8.117	5.476
667394.5	1525063.27	5.822	8.844	8.679	9.072	9.007	8.069	5.857
667351.77	1524959.58	4.868	7.374	7.221	7.542	7.493	6.688	4.876
667273.96	1524745.72	4.529	6.800	6.602	7.193	6.950	6.527	4.667
667457.29	1525272.27	3.243	4.777	4.686	5.124	4.894	4.615	3.352
667418.52	1525165.33	3.411	5.093	5.027	5.674	5.370	5.314	3.643
667214.73	1524577.46	5.564	8.326	8.191	9.135	8.695	8.443	5.816
667301.34	1524822.52	4.246	6.357	6.157	6.592	6.458	5.884	4.286
667256.75	1524692.16	5.610	8.448	8.285	8.762	8.654	7.839	5.681
667186.42	1524494.42	5.366	8.019	7.920	8.815	8.426	8.146	5.629

ตารางผนวกที่ ข15 ผลความเข้มข้นของสารเอทิลเบนซีน จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง
CALINE 4 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนเมษายน

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667510.19	1525628.59	0.021	0.030	0.030	0.027	0.027	0.029	0.021
667554.75	1525631.82	0.021	0.032	0.031	0.029	0.029	0.032	0.023
667444.95	1525163.61	0.021	0.032	0.031	0.028	0.028	0.030	0.022
667405.28	1525167.43	0.022	0.033	0.032	0.031	0.030	0.033	0.024
667246.22	1524606.11	0.030	0.045	0.043	0.040	0.040	0.042	0.031
667226.62	1524701.71	0.018	0.026	0.026	0.024	0.024	0.026	0.019
667593.28	1525689.86	0.060	0.093	0.091	0.088	0.084	0.096	0.065
667500.47	1525371.41	0.067	0.101	0.099	0.089	0.090	0.093	0.067
667422.2	1525195.23	0.055	0.086	0.084	0.082	0.078	0.089	0.060

ตารางผนวกที่ ข15 (ต่อ)

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667327.81	1524878.04	0.065	0.099	0.096	0.087	0.087	0.090	0.065
667162.06	1524439.47	0.061	0.095	0.093	0.090	0.086	0.098	0.067
667625.75	1525654.04	0.017	0.025	0.025	0.022	0.023	0.024	0.018
667427.92	1525300.67	0.015	0.022	0.022	0.020	0.020	0.022	0.016
667434.18	1525086.42	0.015	0.022	0.021	0.020	0.020	0.021	0.015
667298.64	1524930.21	0.015	0.022	0.022	0.020	0.020	0.022	0.016
667315.78	1524735.95	0.014	0.020	0.020	0.018	0.018	0.019	0.014
667188.37	1524582.19	0.020	0.029	0.028	0.026	0.026	0.028	0.021
667375.72	1524931.97	0.017	0.025	0.024	0.022	0.022	0.024	0.017
667242.71	1524776.56	0.014	0.021	0.021	0.019	0.019	0.020	0.015
667248.08	1524517.72	0.013	0.018	0.018	0.016	0.016	0.017	0.013
667610.69	1525689.5	0.069	0.104	0.102	0.093	0.092	0.095	0.069
667483.73	1525371.79	0.058	0.090	0.089	0.087	0.082	0.093	0.063
667440.32	1525195.85	0.065	0.099	0.097	0.088	0.087	0.090	0.065
667311.73	1524877.42	0.056	0.088	0.087	0.085	0.080	0.091	0.062
667177.24	1524439.23	0.070	0.106	0.104	0.095	0.094	0.097	0.071
667108.56	1524446.28	0.011	0.016	0.016	0.015	0.015	0.016	0.012
667233.7	1524437.94	0.011	0.015	0.015	0.014	0.014	0.015	0.011
667668.13	1525690.23	0.011	0.016	0.016	0.015	0.014	0.015	0.011
667515.32	1525701.18	0.008	0.012	0.012	0.011	0.011	0.012	0.009
667407.94	1525128.18	0.032	0.048	0.046	0.044	0.043	0.045	0.033
667367.66	1525041.79	0.055	0.086	0.085	0.083	0.078	0.089	0.060
667394.5	1525063.27	0.064	0.097	0.095	0.086	0.085	0.088	0.064
667351.77	1524959.58	0.053	0.081	0.079	0.072	0.071	0.074	0.053
667273.96	1524745.72	0.049	0.075	0.072	0.069	0.066	0.071	0.052

ตารางผนวกที่ ข15 (ต่อ)

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667457.29	1525272.27	0.035	0.052	0.051	0.049	0.047	0.051	0.037
667418.52	1525165.33	0.036	0.056	0.055	0.054	0.051	0.058	0.040
667214.73	1524577.46	0.059	0.091	0.090	0.087	0.082	0.092	0.064
667301.34	1524822.52	0.046	0.070	0.068	0.063	0.061	0.064	0.047
667256.75	1524692.16	0.061	0.093	0.091	0.083	0.082	0.086	0.062
667186.42	1524494.42	0.057	0.088	0.087	0.084	0.080	0.089	0.062

ตารางผนวกที่ ข16 ผลความเข้มข้นของสารไซลีเน่ จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4
เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนเมษายน

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667510.19	1525628.59	0.050	0.071	0.070	0.064	0.064	0.068	0.057
667554.75	1525631.82	0.052	0.074	0.073	0.069	0.068	0.074	0.063
667444.95	1525163.61	0.051	0.075	0.072	0.066	0.067	0.070	0.057
667405.28	1525167.43	0.054	0.077	0.076	0.072	0.071	0.077	0.064
667246.22	1524606.11	0.071	0.105	0.103	0.094	0.094	0.099	0.078
667226.62	1524701.71	0.043	0.062	0.061	0.057	0.056	0.061	0.043
667593.28	1525689.86	0.146	0.219	0.214	0.207	0.198	0.225	0.142
667500.47	1525371.41	0.158	0.238	0.232	0.209	0.210	0.218	0.150
667422.2	1525195.23	0.135	0.202	0.198	0.193	0.183	0.210	0.131
667327.81	1524878.04	0.154	0.232	0.227	0.203	0.205	0.212	0.151
667162.06	1524439.47	0.150	0.224	0.219	0.212	0.203	0.230	0.157
667625.75	1525654.04	0.041	0.059	0.058	0.053	0.054	0.056	0.049
667427.92	1525300.67	0.036	0.051	0.050	0.047	0.047	0.050	0.042
667434.18	1525086.42	0.036	0.051	0.050	0.046	0.046	0.049	0.043

ตารางผนวกที่ ข16 (ต่อ)

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667298.64	1524930.21	0.036	0.052	0.051	0.047	0.047	0.051	0.041
667315.78	1524735.95	0.033	0.047	0.047	0.042	0.043	0.045	0.041
667188.37	1524582.19	0.047	0.068	0.066	0.062	0.062	0.067	0.058
667375.72	1524931.97	0.040	0.058	0.057	0.052	0.053	0.055	0.047
667242.71	1524776.56	0.034	0.049	0.048	0.045	0.045	0.048	0.043
667248.08	1524517.72	0.042	0.042	0.042	0.038	0.038	0.040	0.041
667610.69	1525689.5	0.160	0.245	0.241	0.218	0.217	0.224	0.164
667483.73	1525371.79	0.143	0.212	0.209	0.204	0.192	0.218	0.149
667440.32	1525195.85	0.151	0.231	0.227	0.205	0.204	0.210	0.154
667311.73	1524877.42	0.141	0.207	0.204	0.200	0.188	0.214	0.146
667177.24	1524439.23	0.153	0.249	0.244	0.222	0.220	0.228	0.167
667108.56	1524446.28	0.027	0.038	0.038	0.036	0.035	0.037	0.028
667233.7	1524437.94	0.025	0.036	0.036	0.034	0.033	0.035	0.026
667668.13	1525690.23	0.025	0.036	0.037	0.035	0.033	0.036	0.027
667515.32	1525701.18	0.025	0.028	0.028	0.027	0.026	0.027	0.021
667407.94	1525128.18	0.081	0.112	0.110	0.103	0.100	0.106	0.078
667367.66	1525041.79	0.137	0.202	0.199	0.195	0.183	0.209	0.142
667394.5	1525063.27	0.149	0.228	0.224	0.202	0.201	0.207	0.151
667351.77	1524959.58	0.124	0.190	0.186	0.169	0.168	0.172	0.126
667273.96	1524745.72	0.114	0.175	0.170	0.161	0.155	0.167	0.121
667457.29	1525272.27	0.084	0.123	0.120	0.115	0.110	0.119	0.087
667418.52	1525165.33	0.093	0.132	0.129	0.127	0.119	0.137	0.094
667214.73	1524577.46	0.141	0.215	0.211	0.204	0.194	0.217	0.151
667301.34	1524822.52	0.112	0.164	0.159	0.148	0.144	0.151	0.111
667256.75	1524692.16	0.144	0.218	0.213	0.196	0.193	0.201	0.147
667186.42	1524494.42	0.139	0.207	0.204	0.197	0.187	0.209	0.146

ตารางผนวกที่ ข17 ผลความเข้มข้นของสารเบนซีน จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4
เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนมิถุนายน

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667510.19	1525628.59	2.739	3.548	3.553	3.483	3.437	3.719	2.824
667554.75	1525631.82	2.874	3.729	3.763	3.713	3.598	4.101	2.949
667444.95	1525163.61	2.859	3.689	3.693	3.613	3.578	3.859	2.909
667405.28	1525167.43	3.014	3.949	4.000	3.949	3.768	4.347	3.085
667246.22	1524606.11	5.145	6.724	6.652	6.542	6.472	6.854	5.321
667226.62	1524701.71	2.372	3.080	3.110	3.045	2.945	3.352	2.437
667593.28	1525689.86	7.520	9.903	10.164	9.993	9.455	11.311	7.681
667500.47	1525371.41	8.180	10.709	10.517	10.322	10.316	10.739	8.441
667422.2	1525195.23	6.902	9.139	9.380	9.219	8.676	10.466	7.048
667327.81	1524878.04	8.019	10.523	10.326	10.136	10.125	10.543	8.275
667162.06	1524439.47	7.555	9.983	10.224	10.048	9.490	11.356	7.726
667625.75	1525654.04	2.256	2.915	2.905	2.870	2.799	3.061	2.342
667427.92	1525300.67	1.980	2.548	2.568	2.543	2.437	2.784	2.030
667434.18	1525086.42	1.955	2.523	2.508	2.478	2.412	2.649	2.000
667298.64	1524930.21	1.975	2.548	2.563	2.548	2.442	2.789	2.040
667315.78	1524735.95	1.809	2.327	2.322	2.282	2.241	2.458	1.849
667188.37	1524582.19	2.593	3.342	3.392	3.327	3.196	3.659	2.643
667375.72	1524931.97	2.216	2.839	2.839	2.809	2.724	2.995	2.281
667242.71	1524776.56	1.869	2.417	2.427	2.417	2.317	2.639	1.935
667248.08	1524517.72	1.678	2.161	2.156	2.126	2.081	2.292	1.729
667610.69	1525689.5	8.723	11.056	10.849	10.679	10.653	11.126	8.663
667483.73	1525371.79	7.530	9.606	9.867	9.686	9.143	10.979	7.425
667440.32	1525195.85	8.190	10.358	10.150	10.000	10.005	10.372	8.180
667311.73	1524877.42	7.414	9.450	9.701	9.525	8.998	10.793	7.319

ตารางผนวกที่ ข17 (ต่อ)

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667177.24	1524439.23	8.713	11.056	10.879	10.684	10.648	11.121	8.703
667108.56	1524446.28	1.442	1.825	1.830	1.815	1.759	1.960	1.443
667233.7	1524437.94	1.447	1.800	1.804	1.784	1.744	1.920	1.438
667668.13	1525690.23	1.432	1.779	1.784	1.749	1.699	1.900	1.412
667515.32	1525701.18	1.066	1.352	1.357	1.347	1.302	1.463	1.096
667407.94	1525128.18	4.888	6.165	6.099	6.034	5.923	6.437	4.868
667367.66	1525041.79	7.158	9.139	9.380	9.219	8.676	10.466	7.043
667394.5	1525063.27	8.070	10.257	10.049	9.869	9.869	10.261	8.044
667351.77	1524959.58	7.567	9.599	9.426	9.256	9.241	9.633	7.542
667273.96	1524745.72	6.626	8.391	8.496	8.370	8.013	9.331	6.551
667457.29	1525272.27	5.396	6.823	6.873	6.778	6.521	7.457	5.355
667418.52	1525165.33	6.154	7.817	8.003	7.877	7.460	8.868	6.063
667214.73	1524577.46	7.194	9.179	9.355	9.224	8.737	10.356	7.129
667301.34	1524822.52	6.572	8.301	8.245	8.130	7.959	8.733	6.546
667256.75	1524692.16	5.617	7.075	7.049	6.954	6.793	7.497	5.587
667186.42	1524494.42	7.450	9.471	9.631	9.491	9.013	10.617	7.355

ตารางผนวกที่ ข18 ผลความเข้มข้นของสารโพลูอิน จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4
เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนมิถุนายน

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667510.19	1525628.59	0.894	1.111	1.121	1.040	1.045	1.111	0.940
667554.75	1525631.82	0.960	1.141	1.191	1.126	1.120	1.236	0.985
667444.95	1525163.61	0.925	1.136	1.141	1.080	1.116	1.166	0.975
667405.28	1525167.43	1.000	1.221	1.246	1.211	1.181	1.311	1.045
667246.22	1524606.11	1.673	2.085	2.090	1.960	1.990	2.090	1.739
667226.62	1524701.71	0.789	0.950	0.965	0.935	0.920	1.010	0.834
667593.28	1525689.86	2.527	3.050	3.190	3.110	2.959	3.411	2.622
667500.47	1525371.41	2.658	3.347	3.301	3.070	3.166	3.261	2.799
667422.2	1525195.23	2.341	2.803	2.934	2.879	2.713	3.155	2.406
667327.81	1524878.04	2.608	3.257	3.261	3.020	3.126	3.221	2.718
667162.06	1524439.47	2.542	3.050	3.205	3.120	2.974	3.416	2.627
667625.75	1525654.04	0.749	0.905	0.915	0.859	0.859	0.925	0.779
667427.92	1525300.67	0.653	0.794	0.809	0.779	0.764	0.834	0.678
667434.18	1525086.42	0.648	0.784	0.799	0.749	0.759	0.799	0.658
667298.64	1524930.21	0.658	0.799	0.809	0.779	0.769	0.834	0.678
667315.78	1524735.95	0.578	0.724	0.734	0.684	0.684	0.739	0.623
667188.37	1524582.19	0.869	1.035	1.065	1.015	1.005	1.106	0.884
667375.72	1524931.97	0.734	0.889	0.894	0.829	0.839	0.905	0.754
667242.71	1524776.56	0.633	0.744	0.769	0.744	0.729	0.799	0.638
667248.08	1524517.72	0.558	0.684	0.679	0.648	0.648	0.684	0.563
667610.69	1525689.5	2.749	3.443	3.412	3.161	3.246	3.377	2.874
667483.73	1525371.79	2.427	2.964	3.075	3.009	2.853	3.306	2.532
667440.32	1525195.85	2.558	3.241	3.191	2.955	3.060	3.146	2.693
667311.73	1524877.42	2.396	2.914	3.045	2.954	2.828	3.241	2.487
667177.24	1524439.23	2.743	3.443	3.427	3.166	3.276	3.397	2.874
667108.56	1524446.28	0.472	0.553	0.573	0.548	0.538	0.583	0.487

ตารางผนวกที่ ข18 (ต่อ)

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667233.7	1524437.94	0.472	0.553	0.553	0.533	0.533	0.578	0.473
667668.13	1525690.23	0.467	0.553	0.548	0.533	0.533	0.568	0.462
667515.32	1525701.18	0.357	0.407	0.422	0.392	0.382	0.442	0.357
667407.94	1525128.18	1.552	1.924	1.919	1.814	1.834	1.975	1.608
667367.66	1525041.79	2.341	2.803	2.934	2.879	2.713	3.155	2.406
667394.5	1525063.27	2.517	3.186	3.176	2.940	3.050	3.105	2.658
667351.77	1524959.58	2.372	2.995	2.960	2.744	2.824	2.930	2.502
667273.96	1524745.72	2.135	2.588	2.663	2.582	2.502	2.809	2.201
667457.29	1525272.27	1.728	2.110	2.165	2.070	2.020	2.246	1.809
667418.52	1525165.33	1.989	2.401	2.497	2.441	2.331	2.673	2.055
667214.73	1524577.46	2.331	2.819	2.929	2.839	2.733	3.115	2.432
667301.34	1524822.52	2.080	2.593	2.598	2.462	2.472	2.633	2.171
667256.75	1524692.16	1.789	2.196	2.211	2.115	2.110	2.276	1.859
667186.42	1524494.42	2.411	2.914	3.332	2.934	2.828	3.195	2.502

ตารางผนวกที่ ข19 ผลความเข้มข้นของสารเอทิลเบนซีน จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนมิถุนายน

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667510.19	1525628.59	0.009	0.011	0.011	0.010	0.010	0.011	0.009
667554.75	1525631.82	0.009	0.011	0.012	0.011	0.011	0.012	0.009
667444.95	1525163.61	0.009	0.011	0.012	0.011	0.011	0.011	0.009
667405.28	1525167.43	0.010	0.012	0.012	0.011	0.011	0.013	0.010
667246.22	1524606.11	0.016	0.020	0.020	0.019	0.019	0.020	0.017
667226.62	1524701.71	0.008	0.009	0.010	0.009	0.009	0.010	0.008

ตารางผนวกที่ ข19 (ต่อ)

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667510.19	1525628.59	0.009	0.011	0.011	0.010	0.010	0.011	0.009
667554.75	1525631.82	0.009	0.011	0.012	0.011	0.011	0.012	0.009
667444.95	1525163.61	0.009	0.011	0.012	0.011	0.011	0.011	0.009
667405.28	1525167.43	0.010	0.012	0.012	0.011	0.011	0.013	0.010
667246.22	1524606.11	0.016	0.020	0.020	0.019	0.019	0.020	0.017
667226.62	1524701.71	0.008	0.009	0.010	0.009	0.009	0.010	0.008
667593.28	1525689.86	0.024	0.029	0.031	0.030	0.028	0.033	0.025
667500.47	1525371.41	0.025	0.032	0.032	0.029	0.030	0.031	0.026
667422.2	1525195.23	0.022	0.027	0.029	0.028	0.026	0.030	0.023
667327.81	1524878.04	0.025	0.031	0.032	0.029	0.030	0.031	0.026
667162.06	1524439.47	0.024	0.029	0.031	0.030	0.028	0.033	0.025
667625.75	1525654.04	0.007	0.009	0.009	0.008	0.008	0.009	0.007
667427.92	1525300.67	0.006	0.008	0.008	0.008	0.007	0.008	0.006
667434.18	1525086.42	0.006	0.008	0.008	0.007	0.007	0.008	0.006
667298.64	1524930.21	0.006	0.008	0.008	0.008	0.007	0.008	0.006
667315.78	1524735.95	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.006
667188.37	1524582.19	0.008	0.010	0.010	0.010	0.009	0.011	0.008
667375.72	1524931.97	0.007	0.008	0.009	0.008	0.008	0.009	0.007
667242.71	1524776.56	0.006	0.007	0.008	0.007	0.007	0.008	0.006
667248.08	1524517.72	0.005	0.006	0.007	0.006	0.006	0.007	0.005
667610.69	1525689.5	0.026	0.033	0.033	0.030	0.031	0.032	0.027
667483.73	1525371.79	0.023	0.028	0.030	0.029	0.027	0.031	0.024
667440.32	1525195.85	0.025	0.031	0.032	0.028	0.029	0.030	0.026
667311.73	1524877.42	0.023	0.028	0.030	0.028	0.027	0.031	0.024
667177.24	1524439.23	0.026	0.033	0.034	0.030	0.031	0.032	0.027
667108.56	1524446.28	0.005	0.005	0.006	0.005	0.005	0.006	0.005
667233.7	1524437.94	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005

ตารางผนวกที่ ข19 (ต่อ)

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667233.7	1524437.94	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
667668.13	1525690.23	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004
667515.32	1525701.18	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003
667407.94	1525128.18	0.015	0.018	0.019	0.017	0.017	0.019	0.015
667367.66	1525041.79	0.022	0.027	0.029	0.028	0.026	0.030	0.023
667394.5	1525063.27	0.024	0.031	0.031	0.028	0.029	0.030	0.025
667351.77	1524959.58	0.023	0.029	0.029	0.026	0.027	0.028	0.024
667273.96	1524745.72	0.020	0.025	0.026	0.025	0.024	0.027	0.021
667457.29	1525272.27	0.017	0.020	0.021	0.020	0.019	0.022	0.017
667418.52	1525165.33	0.019	0.023	0.025	0.023	0.022	0.026	0.020
667214.73	1524577.46	0.022	0.027	0.029	0.027	0.026	0.030	0.023
667301.34	1524822.52	0.020	0.025	0.025	0.023	0.023	0.025	0.021
667256.75	1524692.16	0.017	0.021	0.022	0.020	0.020	0.022	0.018
667186.42	1524494.42	0.023	0.028	0.030	0.028	0.027	0.031	0.024

ตารางผนวกที่ ข20 ผลความเข้มข้นของสารไซลีน จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4
เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนมิถุนายน

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667510.19	1525628.59	0.015	0.019	0.019	0.018	0.018	0.019	0.016
667554.75	1525631.82	0.016	0.020	0.020	0.020	0.019	0.021	0.017
667444.95	1525163.61	0.016	0.020	0.020	0.019	0.019	0.020	0.017
667405.28	1525167.43	0.017	0.021	0.022	0.021	0.020	0.023	0.018
667246.22	1524606.11	0.029	0.036	0.036	0.034	0.034	0.036	0.030
667226.62	1524701.71	0.014	0.016	0.017	0.016	0.016	0.017	0.014

ตารางผนวกที่ ข20 (ต่อ)

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667593.28	1525689.86	0.044	0.052	0.054	0.053	0.051	0.058	0.044
667500.47	1525371.41	0.046	0.057	0.057	0.053	0.054	0.056	0.047
667422.2	1525195.23	0.040	0.048	0.050	0.049	0.047	0.054	0.041
667327.81	1524878.04	0.045	0.056	0.056	0.052	0.053	0.055	0.046
667162.06	1524439.47	0.044	0.052	0.055	0.053	0.051	0.059	0.045
667625.75	1525654.04	0.013	0.015	0.016	0.015	0.015	0.016	0.013
667427.92	1525300.67	0.011	0.014	0.014	0.013	0.013	0.014	0.012
667434.18	1525086.42	0.011	0.014	0.014	0.013	0.013	0.014	0.011
667298.64	1524930.21	0.011	0.014	0.014	0.013	0.013	0.014	0.012
667315.78	1524735.95	0.010	0.013	0.013	0.012	0.012	0.013	0.011
667188.37	1524582.19	0.015	0.018	0.018	0.018	0.017	0.019	0.015
667375.72	1524931.97	0.012	0.015	0.015	0.014	0.014	0.015	0.013
667242.71	1524776.56	0.011	0.013	0.013	0.013	0.013	0.014	0.011
667248.08	1524517.72	0.009	0.011	0.012	0.011	0.011	0.012	0.010
667610.69	1525689.5	0.047	0.059	0.059	0.055	0.056	0.058	0.049
667483.73	1525371.79	0.042	0.050	0.053	0.051	0.049	0.057	0.043
667440.32	1525195.85	0.044	0.055	0.055	0.051	0.052	0.054	0.045
667311.73	1524877.42	0.042	0.050	0.052	0.051	0.048	0.056	0.042
667177.24	1524439.23	0.047	0.059	0.059	0.055	0.056	0.058	0.049
667108.56	1524446.28	0.008	0.010	0.010	0.010	0.009	0.010	0.008
667233.7	1524437.94	0.008	0.010	0.010	0.009	0.009	0.010	0.008
667668.13	1525690.23	0.008	0.010	0.010	0.009	0.009	0.010	0.008
667515.32	1525701.18	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.008	0.006
667407.94	1525128.18	0.027	0.033	0.033	0.031	0.031	0.034	0.027
667367.66	1525041.79	0.040	0.048	0.050	0.049	0.046	0.054	0.041
667394.5	1525063.27	0.044	0.055	0.054	0.051	0.052	0.054	0.045

ตารางผนวกที่ ข20 (ต่อ)

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667351.77	1524959.58	0.041	0.051	0.051	0.047	0.048	0.050	0.042
667273.96	1524745.72	0.037	0.044	0.046	0.044	0.042	0.048	0.037
667457.29	1525272.27	0.030	0.036	0.037	0.036	0.034	0.038	0.030
667418.52	1525165.33	0.034	0.041	0.043	0.042	0.040	0.046	0.035
667214.73	1524577.46	0.040	0.048	0.050	0.049	0.047	0.054	0.041
667301.34	1524822.52	0.036	0.044	0.044	0.042	0.042	0.046	0.037
667256.75	1524692.16	0.031	0.037	0.038	0.036	0.036	0.039	0.031
667186.42	1524494.42	0.041	0.050	0.052	0.050	0.048	0.055	0.042

**ตารางผนวกที่ ข21 ผลความเข้มข้นของสารเบนซีน จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4
เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนพฤศจิกายน**

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667510.19	1525628.59	3.0484	4.0142	4.0142	3.9182	3.8625	4.2063	3.2406
667554.75	1525631.82	3.2044	4.2408	4.3519	4.2560	4.0892	4.7311	3.3967
667444.95	1525163.61	3.3159	4.3578	4.3626	4.2667	4.2413	4.5449	3.5033
667405.28	1525167.43	3.4619	4.5841	4.7002	4.5840	4.4022	5.1300	3.6440
667246.22	1524606.11	6.3553	8.4391	8.3625	8.1760	8.1503	8.6157	6.6941
667226.62	1524701.71	2.5787	3.4077	3.4632	3.4078	3.2764	3.7313	2.7507
667593.28	1525689.86	9.6797	12.9198	13.3802	13.1117	12.3395	14.9423	10.0943
667500.47	1525371.41	10.7587	14.2188	14.0654	13.7229	13.7728	14.2738	11.2689
667422.2	1525195.23	9.0842	12.1018	12.5877	12.3343	11.5669	14.0787	9.4028
667327.81	1524878.04	10.5871	14.0016	13.8534	13.5008	13.5554	14.0818	11.1073
667162.06	1524439.47	9.7302	12.9552	13.4357	13.1622	12.3746	14.9977	10.1196
667625.75	1525654.04	2.4173	3.1759	3.1910	3.1151	3.0646	3.3527	2.5844
667427.92	1525300.67	2.0892	2.7666	2.8121	2.7513	2.6604	3.0395	2.2258

ตารางผนวกที่ ข21 (ต่อ)

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667434.18	1525086.42	2.1094	2.7771	2.8021	2.7465	2.6960	2.9537	2.2866
667298.64	1524930.21	2.1144	2.7969	2.8573	2.7867	2.6705	3.0748	2.2409
667315.78	1524735.95	1.8976	2.4993	2.5194	2.4486	2.4182	2.6559	2.0341
667188.37	1524582.19	2.8058	3.7408	3.8219	3.7308	3.5693	4.1353	3.0081
667375.72	1524931.97	2.4072	3.1809	3.1961	3.1303	3.0646	3.3478	2.5793
667242.71	1524776.56	1.9476	2.5949	2.6453	2.5695	2.4685	2.8324	2.1098
667248.08	1524517.72	1.7359	2.2771	2.2971	2.2414	2.1962	2.4033	1.8826
667610.69	1525689.5	11.0211	14.5571	14.3987	14.0612	13.8212	14.6576	11.8359
667483.73	1525371.79	9.4628	12.6170	13.0875	12.8139	11.7320	14.6292	10.0910
667440.32	1525195.85	10.4863	13.8706	13.6969	13.3494	13.2000	13.8699	11.2401
667311.73	1524877.42	9.3517	12.4403	12.8855	12.6220	11.6006	14.4171	9.9291
667177.24	1524439.23	11.0009	14.5418	14.3935	14.0560	13.9309	14.6877	11.8816
667108.56	1524446.28	1.3776	1.8021	1.8578	1.8071	1.7915	1.9588	1.7123
667233.7	1524437.94	1.3827	1.8377	1.8425	1.8021	2.1764	1.9438	1.7173
667668.13	1525690.23	1.3422	1.7819	1.7870	1.7417	2.0356	1.8829	1.6820
667515.32	1525701.18	0.9637	1.2770	1.3022	1.2770	1.6209	1.3731	1.2376
667407.94	1525128.18	5.8906	7.7772	7.6555	7.5543	7.6686	8.0600	6.4021
667367.66	1525041.79	9.0842	12.1018	12.5877	12.3343	11.5969	14.0787	9.5856
667394.5	1525063.27	10.3804	13.7544	13.6060	13.2634	13.0337	13.8144	11.0785
667351.77	1524959.58	9.6732	12.7995	12.6613	12.3391	12.1192	12.8697	10.3512
667273.96	1524745.72	8.0802	10.7192	11.0377	10.7947	9.9801	12.1600	8.7085
667457.29	1525272.27	6.3944	8.5028	8.6292	8.4874	7.9241	9.4024	6.9569
667418.52	1525165.33	7.6559	10.1935	10.5273	10.3348	9.4596	11.8113	8.1827
667214.73	1524577.46	8.9481	11.9204	12.3000	12.0619	11.0909	13.6698	9.6269
667301.34	1524822.52	7.9854	10.5899	10.5692	10.3722	9.9504	11.1507	8.6334
667256.75	1524692.16	6.6120	8.7665	8.7559	8.5791	8.2429	9.3021	7.2554
667186.42	1524494.42	9.2006	12.2590	12.6281	12.3801	11.3592	13.9526	9.9300

ตารางผนวกที่ ข22 ผลความเข้มข้นของสารโพลูอิน จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4
เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนพฤศจิกายน

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667510.19	1525628.59	0.9843	1.2522	1.2622	1.1712	1.1916	1.2724	1.0853
667554.75	1525631.82	1.0700	1.3076	1.3581	1.3126	1.2772	1.4188	1.1559
667444.95	1525163.61	1.0801	1.3634	1.3734	1.2824	1.3028	1.3734	1.1561
667405.28	1525167.43	1.1659	1.4187	1.4742	1.4286	1.3630	1.5348	1.2264
667246.22	1524606.11	2.0697	2.6362	2.6110	2.4644	2.4894	2.6009	2.2062
667226.62	1524701.71	0.8631	1.0400	1.0956	1.0399	1.0248	1.1258	0.9237
667593.28	1525689.86	3.2503	3.9684	4.1705	4.0842	3.8520	4.5141	3.4476
667500.47	1525371.41	3.4786	4.4399	4.4344	4.0857	4.2322	4.3387	3.7314
667422.2	1525195.23	3.0636	3.7261	3.9434	3.8471	3.6249	4.2362	3.2002
667327.81	1524878.04	3.4333	4.3843	4.3486	4.0253	4.1564	4.2628	3.6505
667162.06	1524439.47	3.2755	3.9734	4.2159	4.1043	3.8824	4.5191	3.4476
667625.75	1525654.04	0.7924	0.9947	1.0048	0.9541	0.9592	1.0148	0.8683
667427.92	1525300.67	0.6965	0.8480	0.8783	0.8481	0.8278	0.9088	0.7319
667434.18	1525086.42	0.7015	0.8583	0.8834	0.8431	0.8431	0.8987	0.7574
667298.64	1524930.21	0.7166	0.8733	0.9038	0.8531	0.8481	0.9240	0.7723
667315.78	1524735.95	0.6156	0.7827	0.7878	0.7471	0.7522	0.7977	0.6916
667188.37	1524582.19	0.9235	1.1561	1.1916	1.1359	1.1258	1.2521	1.0045
667375.72	1524931.97	0.8026	0.9998	1.0048	0.9542	0.9542	1.0099	0.8633
667242.71	1524776.56	0.6408	0.7977	0.8380	0.7925	0.7672	0.8581	0.7117
667248.08	1524517.72	0.5754	0.7069	0.7270	0.6662	0.6662	0.7371	0.6259
667610.69	1525689.5	3.5544	4.5408	4.5203	4.1717	4.2924	4.4598	3.8223
667483.73	1525371.79	3.2001	3.8724	4.0847	3.9883	3.8017	4.4029	3.3466
667440.32	1525195.85	3.3928	4.3187	4.3132	3.9747	4.1314	4.2227	3.6253
667311.73	1524877.42	3.1495	3.8272	4.0343	3.9580	3.7412	4.3272	3.3061
667177.24	1524439.23	3.5494	4.5356	4.5254	4.1717	4.3383	4.4598	3.8121
667108.56	1524446.28	0.4593	0.5552	0.5856	0.5551	0.5350	0.5957	0.5099

ตารางผนวกที่ ข22 (ต่อ)

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667233.7	1524437.94	0.4644	0.5603	0.5755	0.5350	0.5350	0.5907	0.5048
667668.13	1525690.23	0.4340	0.5502	0.5552	0.5300	0.5250	0.5603	0.4946
667515.32	1525701.18	0.3179	0.4038	0.4038	0.3937	0.3988	0.4240	0.3583
667407.94	1525128.18	1.9030	2.4443	2.3986	2.2723	2.3025	2.4594	2.0445
667367.66	1525041.79	3.0636	3.7261	3.9434	3.8471	3.6401	4.2362	3.2002
667394.5	1525063.27	3.3626	4.2834	4.2726	3.9545	4.1061	4.2024	3.5748
667351.77	1524959.58	3.1505	3.9902	3.9697	3.6717	3.8132	3.9244	3.3476
667273.96	1524745.72	2.7004	3.3223	3.4637	3.3624	3.2111	3.6557	2.8419
667457.29	1525272.27	2.1148	2.6207	2.7063	2.6151	2.5294	2.8529	2.2462
667418.52	1525165.33	2.5841	3.1252	3.3020	3.2308	3.0595	3.5345	2.7055
667214.73	1524577.46	3.0082	3.6554	3.8525	3.7562	3.5847	4.1152	3.1851
667301.34	1524822.52	2.6048	3.2775	3.3278	3.1356	3.1611	3.3683	2.7867
667256.75	1524692.16	2.1604	2.7118	2.7522	2.6053	2.6105	2.8229	2.3223
667186.42	1524494.42	3.0891	3.7716	3.9536	3.8420	3.6855	4.2061	3.2860

ตารางผนวกที่ ข23 ผลความเข้มข้นของสารเอทิลเบนซีน จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนพฤศจิกายน

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667510.19	1525628.59	0.0096	0.0119	0.0125	0.0114	0.0114	0.0122	0.0102
667554.75	1525631.82	0.0101	0.0126	0.0134	0.0125	0.0123	0.0136	0.0110
667444.95	1525163.61	0.0102	0.0129	0.0137	0.0123	0.0124	0.0132	0.0110
667405.28	1525167.43	0.0111	0.0134	0.0146	0.0136	0.0132	0.0149	0.0117
667246.22	1524606.11	0.0196	0.0253	0.0260	0.0236	0.0239	0.0250	0.0212
667226.62	1524701.71	0.0082	0.0101	0.0108	0.0101	0.0098	0.0110	0.0087
667593.28	1525689.86	0.0310	0.0378	0.0414	0.0390	0.0370	0.0430	0.0329

ตารางผนวกที่ ข23 (ต่อ)

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667500.47	1525371.41	0.0333	0.0425	0.0437	0.0389	0.0404	0.0415	0.0354
667422.2	1525195.23	0.0294	0.0355	0.0389	0.0368	0.0346	0.0405	0.0306
667327.81	1524878.04	0.0328	0.0418	0.0430	0.0385	0.0397	0.0410	0.0348
667162.06	1524439.47	0.0312	0.0379	0.0415	0.0391	0.0371	0.0431	0.0329
667625.75	1525654.04	0.0076	0.0094	0.0098	0.0090	0.0090	0.0096	0.0081
667427.92	1525300.67	0.0067	0.0081	0.0087	0.0081	0.0077	0.0089	0.0072
667434.18	1525086.42	0.0067	0.0084	0.0087	0.0080	0.0080	0.0086	0.0072
667298.64	1524930.21	0.0068	0.0083	0.0089	0.0083	0.0081	0.0089	0.0072
667315.78	1524735.95	0.0060	0.0075	0.0078	0.0072	0.0072	0.0076	0.0064
667188.37	1524582.19	0.0090	0.0111	0.0119	0.0111	0.0106	0.0120	0.0112
667375.72	1524931.97	0.0076	0.0095	0.0099	0.0090	0.0090	0.0097	0.0094
667242.71	1524776.56	0.0062	0.0076	0.0082	0.0075	0.0075	0.0084	0.0083
667248.08	1524517.72	0.0053	0.0068	0.0073	0.0065	0.0065	0.0071	0.0074
667610.69	1525689.5	0.0339	0.0435	0.0438	0.0399	0.0414	0.0475	0.0364
667483.73	1525371.79	0.0306	0.0370	0.0405	0.0382	0.0359	0.0471	0.0304
667440.32	1525195.85	0.0324	0.0415	0.0427	0.0379	0.0393	0.0451	0.0328
667311.73	1524877.42	0.0301	0.0365	0.0398	0.0377	0.0355	0.0465	0.0302
667177.24	1524439.23	0.0340	0.0434	0.0448	0.0399	0.0415	0.0475	0.0346
667108.56	1524446.28	0.0042	0.0052	0.0057	0.0052	0.0052	0.0064	0.0056
667233.7	1524437.94	0.0043	0.0053	0.0057	0.0052	0.0052	0.0063	0.0062
667668.13	1525690.23	0.0042	0.0052	0.0055	0.0052	0.0052	0.0060	0.0064
667515.32	1525701.18	0.0030	0.0039	0.0041	0.0036	0.0036	0.0045	0.0050
667407.94	1525128.18	0.0184	0.0234	0.0238	0.0218	0.0221	0.0263	0.0198
667367.66	1525041.79	0.0294	0.0355	0.0389	0.0368	0.0346	0.0455	0.0301
667394.5	1525063.27	0.0322	0.0409	0.0424	0.0378	0.0392	0.0450	0.0337
667351.77	1524959.58	0.0300	0.0380	0.0394	0.0352	0.0364	0.0420	0.0318
667273.96	1524745.72	0.0258	0.0317	0.0342	0.0321	0.0306	0.0393	0.0271

ตารางผนวกที่ ข23 (ต่อ)

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667457.29	1525272.27	0.0203	0.0250	0.0268	0.0249	0.0240	0.0303	0.0215
667418.52	1525165.33	0.0247	0.0298	0.0327	0.0309	0.0291	0.0381	0.0260
667214.73	1524577.46	0.0286	0.0350	0.0381	0.0357	0.0341	0.0440	0.0287
667301.34	1524822.52	0.0249	0.0313	0.0329	0.0300	0.0299	0.0361	0.0253
667256.75	1524692.16	0.0207	0.0260	0.0271	0.0249	0.0248	0.0303	0.0210
667186.42	1524494.42	0.0295	0.0361	0.0391	0.0366	0.0351	0.0452	0.0292

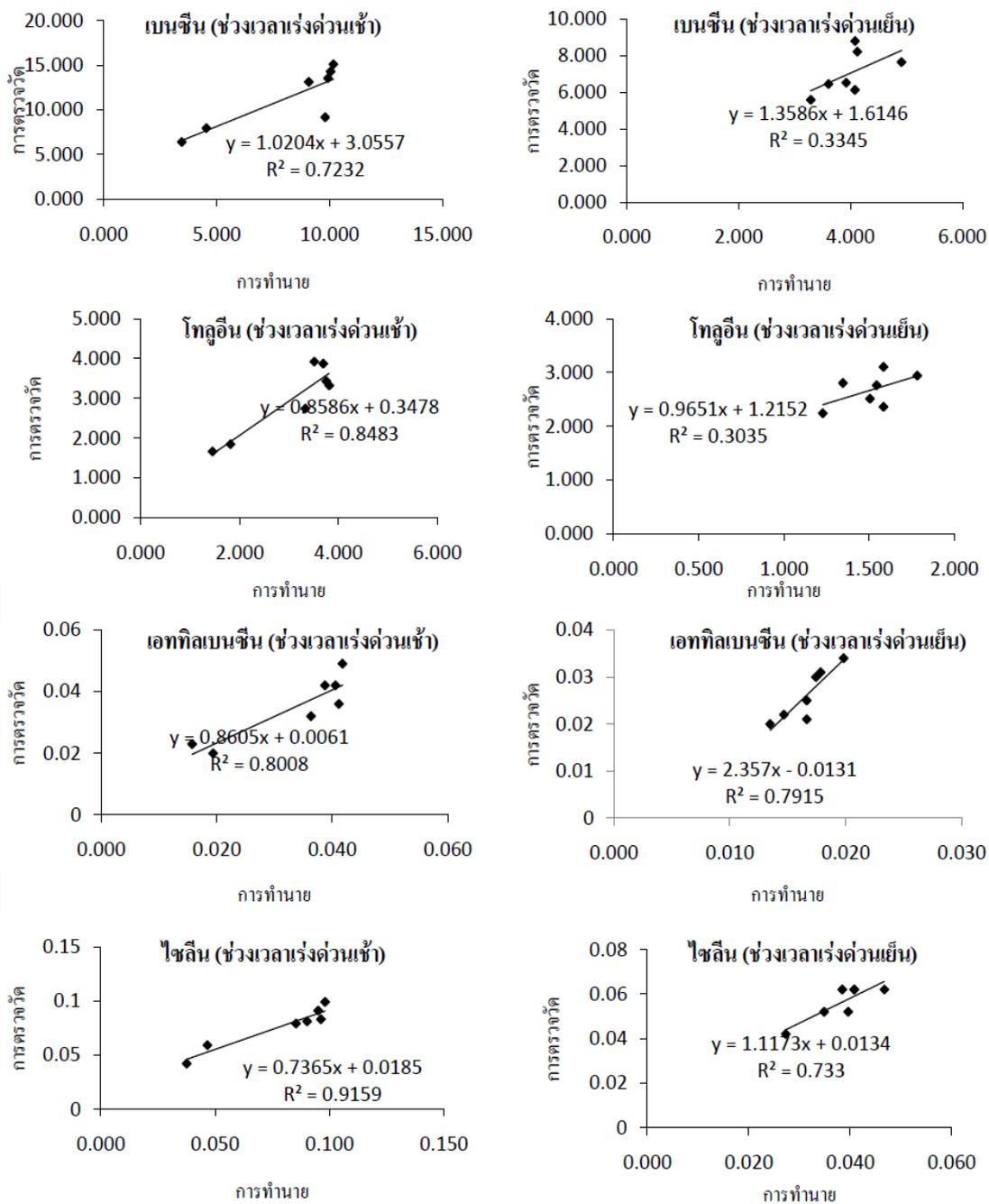
ตารางผนวกที่ ข24 ผลความเข้มข้นของสารไซลิเน จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง CALINE 4
เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เดือนพฤศจิกายน

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667510.19	1525628.59	0.0169	0.0211	0.0217	0.0204	0.0205	0.0217	0.0182
667554.75	1525631.82	0.0181	0.0222	0.0234	0.0224	0.0218	0.0245	0.0195
667444.95	1525163.61	0.0184	0.0230	0.0236	0.0219	0.0221	0.0237	0.0196
667405.28	1525167.43	0.0197	0.0240	0.0252	0.0240	0.0234	0.0265	0.0209
667246.22	1524606.11	0.0353	0.0442	0.0452	0.0421	0.0430	0.0449	0.0378
667226.62	1524701.71	0.0147	0.0176	0.0187	0.0178	0.0176	0.0195	0.0156
667593.28	1525689.86	0.0557	0.0670	0.0718	0.0700	0.0663	0.0772	0.0583
667500.47	1525371.41	0.0596	0.0749	0.0760	0.0701	0.0725	0.0745	0.0630
667422.2	1525195.23	0.0524	0.0629	0.0675	0.0659	0.0620	0.0728	0.0545
667327.81	1524878.04	0.0587	0.0737	0.0749	0.0689	0.0715	0.0735	0.0619
667162.06	1524439.47	0.0560	0.0673	0.0720	0.0703	0.0665	0.0773	0.0584
667625.75	1525654.04	0.0138	0.0168	0.0175	0.0163	0.0163	0.0174	0.0146
667427.92	1525300.67	0.0118	0.0144	0.0151	0.0145	0.0140	0.0158	0.0128
667434.18	1525086.42	0.0119	0.0145	0.0152	0.0143	0.0143	0.0154	0.0128
667298.64	1524930.21	0.0120	0.0146	0.0154	0.0148	0.0144	0.0160	0.0130

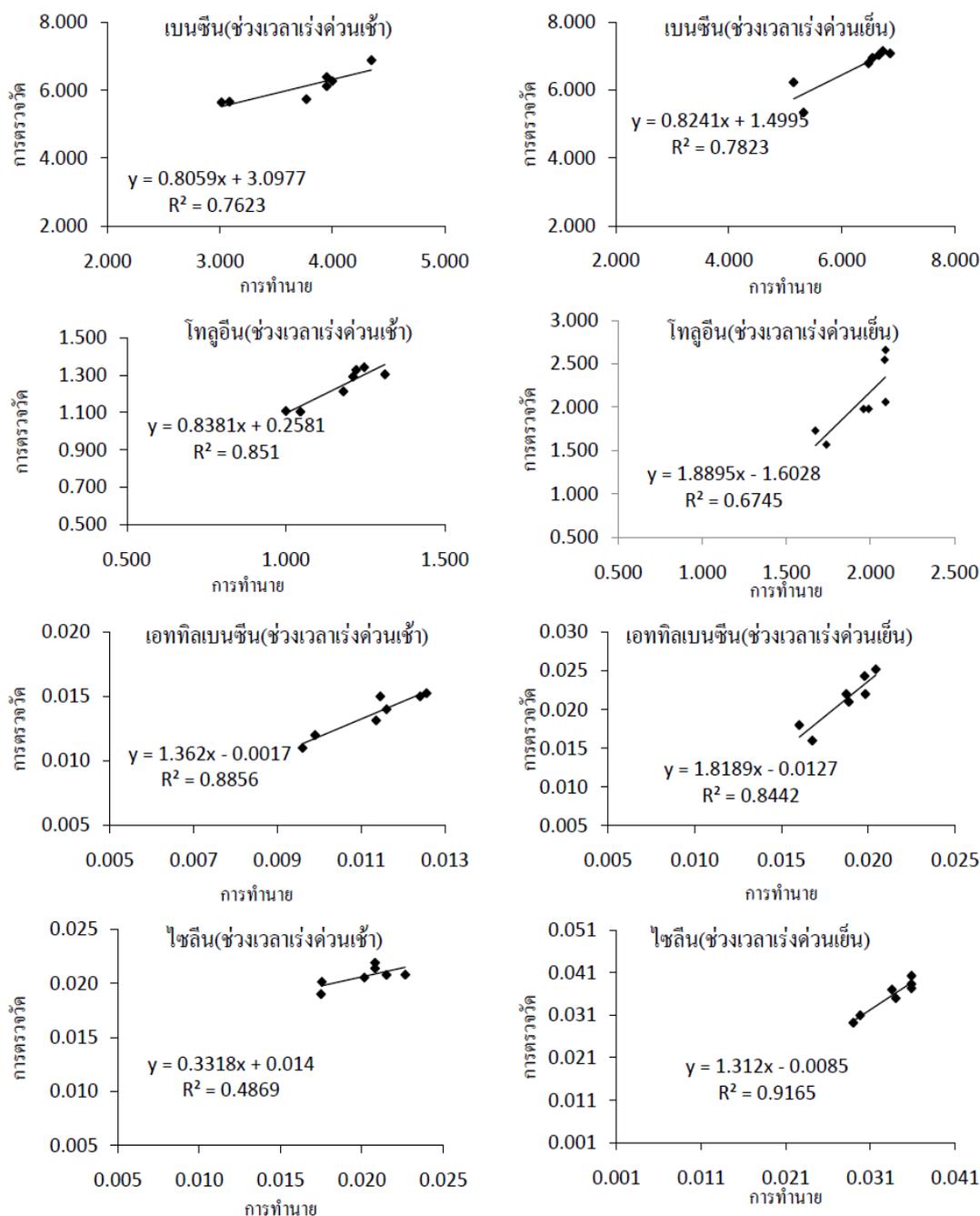
ตารางผนวกที่ ข24 (ต่อ)

พิกัด		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
X	Y	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
667315.78	1524735.95	0.0107	0.0132	0.0135	0.0128	0.0128	0.0138	0.0116
667188.37	1524582.19	0.0161	0.0195	0.0205	0.0197	0.0190	0.0214	0.0170
667375.72	1524931.97	0.0137	0.0168	0.0175	0.0161	0.0163	0.0175	0.0145
667242.71	1524776.56	0.0112	0.0135	0.0143	0.0136	0.0134	0.0147	0.0119
667248.08	1524517.72	0.0097	0.0122	0.0124	0.0116	0.0117	0.0125	0.0106
667610.69	1525689.5	0.0657	0.0766	0.0779	0.0718	0.0742	0.0765	0.0646
667483.73	1525371.79	0.0584	0.0652	0.0703	0.0685	0.0646	0.0755	0.0569
667440.32	1525195.85	0.0614	0.0731	0.0739	0.0681	0.0706	0.0724	0.0612
667311.73	1524877.42	0.0571	0.0645	0.0691	0.0675	0.0640	0.0744	0.0560
667177.24	1524439.23	0.0657	0.0765	0.0779	0.0718	0.0742	0.0766	0.0645
667108.56	1524446.28	0.0106	0.0094	0.0100	0.0095	0.0094	0.0102	0.0084
667233.7	1524437.94	0.0104	0.0095	0.0098	0.0094	0.0094	0.0101	0.0085
667668.13	1525690.23	0.0104	0.0093	0.0096	0.0091	0.0091	0.0097	0.0083
667515.32	1525701.18	0.0076	0.0067	0.0071	0.0067	0.0065	0.0072	0.0061
667407.94	1525128.18	0.0358	0.0411	0.0414	0.0392	0.0396	0.0420	0.0345
667367.66	1525041.79	0.0552	0.0629	0.0675	0.0659	0.0620	0.0728	0.0545
667394.5	1525063.27	0.0603	0.0724	0.0736	0.0677	0.0702	0.0721	0.0607
667351.77	1524959.58	0.0568	0.0674	0.0683	0.0631	0.0653	0.0671	0.0566
667273.96	1524745.72	0.0500	0.0559	0.0591	0.0574	0.0550	0.0628	0.0484
667457.29	1525272.27	0.0401	0.0446	0.0465	0.0446	0.0435	0.0487	0.0383
667418.52	1525165.33	0.0471	0.0529	0.0566	0.0552	0.0523	0.0610	0.0458
667214.73	1524577.46	0.0557	0.0619	0.0659	0.0642	0.0611	0.0706	0.0536
667301.34	1524822.52	0.0484	0.0554	0.0570	0.0537	0.0538	0.0579	0.0472
667256.75	1524692.16	0.0412	0.0460	0.0471	0.0447	0.0446	0.0484	0.0392
667186.42	1524494.42	0.0572	0.0636	0.0678	0.0657	0.0630	0.0722	0.0553

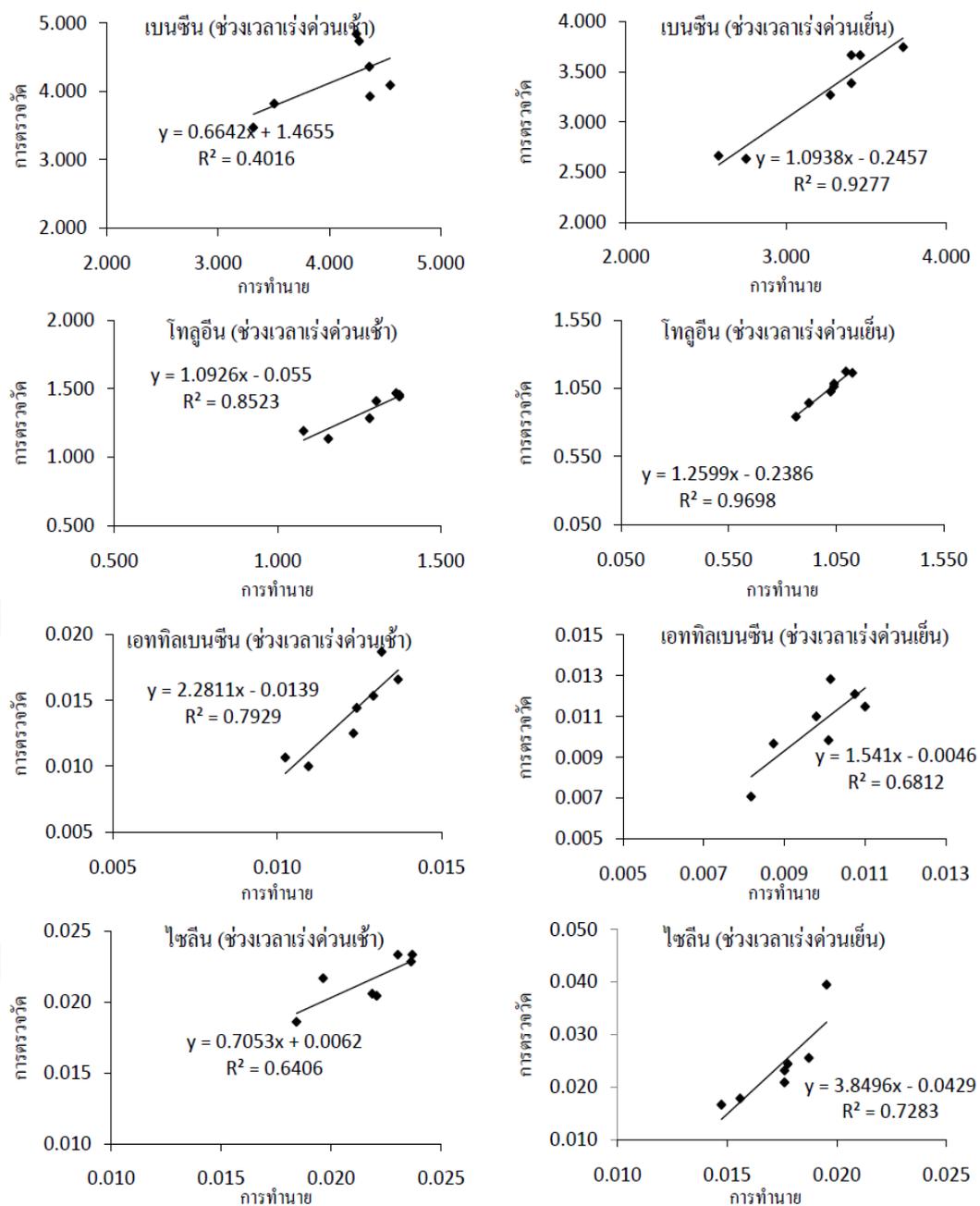




ภาพผนวกที่ ๑1 ความสัมพันธ์สาร BTEX เดือนเมษายน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



ภาพผนวกที่ ค2 ความสัมพันธ์สาร BTEX เดือนมิถุนายน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



ภาพผนวกที่ ค3 ความสัมพันธ์สาร BTEX เต็มพิกัด (µg/m³)

ตารางผนวกที่ ๑๑ ผลการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างจากโปรแกรม SPSS ในแต่ละเดือน

สารอินทรีย์ ระเหยง่าย	เดือน	ช่วงเวลา		Paired Differences			t	Sig (2-tail)
		เช้า	เย็น	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean		
เบนซีน	เมษายน	/		3.222	1.816	.686	4.69	.003
			/	3.049	.984	.372	8.19	.000
	มิถุนายน	/		2.374	.243	.092	25.8	.000
			/	.401	.330	.125	3.218	.018
พฤศจิกายน	/		.094	.417	.157	.597	.572	
		/	.057	.132	.050	1.150	.294	
โทลูอีน	เมษายน	/		-.084	.385	.145	-.575	.586
			/	1.162	.262	.099	11.728	.000
	มิถุนายน	/		.068	.043	.016	4.187	.006
			/	.130	.275	.104	1.239	.262
พฤศจิกายน	/		.063	.053	.020	3.141	.020	
		/	.032	.012	-.004	2.115	.079	
เอทิลเบนซีน	เมษายน	/		.001	.005	.002	.795	.457
			/	.009	.004	.001	6.451	.001
	มิถุนายน	/		.002	.001	.0003	6.358	.001
			/	.002	.002	.001	3.378	.015
พฤศจิกายน	/		.002	.002	.0008	2.449	.050	
		/	.0007	.0013	.0005	1.508	.182	
ไซลีน	เมษายน	/		-.002	.008	.003	-.669	.528
			/	.018	.004	.002	11.092	.000
	มิถุนายน	/		-.00043	.0015	.0006	.750	.482
			/	.0017	.0014	.0005	3.286	.017
พฤศจิกายน	/		-.0003	.001	.0005	-.548	.604	
		/	.006	.006	.002	2.802	.031	

ตารางผนวกที่ ค2 ผลการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างจากโปรแกรม SPSSทั้งหมด แยกตามวัน

สารอินทรีย์ ระเหยง่าย	วัน	Paired Differences			t	Sig (2-tail)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean		
เบนซีน	อาทิตย์	2.0818	1.95658	.79877	2.606	.048
	จันทร์	3.0802	4.24927	1.73476	1.776	.136
	อังคาร	2.4520	3.69894	1.51009	1.624	.165
	พุธ	2.2623	2.45431	1.00197	2.258	.074
	พฤหัสบดี	2.5347	3.45994	1.41251	1.794	.133
	ศุกร์	2.8287	4.03743	1.64828	1.716	.147
	เสาร์	1.4643	1.54416	.63040	2.323	.068
โทลูอีน	อาทิตย์	.5093	.77624	.31690	1.607	.169
	จันทร์	.7788	.94330	.38510	2.022	.099
	อังคาร	.7713	.91382	.37307	2.068	.094
	พุธ	.6985	1.12734	.46023	1.518	.190
	พฤหัสบดี	.5257	.76567	.31258	1.682	.153
	ศุกร์	.7920	1.21162	.49464	1.601	.170
	เสาร์	.2978	.56043	.22880	1.302	.250
เอทิลเบนซีน	อาทิตย์	.00433	.005715	.002333	1.857	.122
	จันทร์	.01183	.014593	.005958	1.986	.104
	อังคาร	.00850	.009072	.003704	2.295	.070
	พุธ	.00983	.012703	.005186	1.896	.116
	พฤหัสบดี	.00667	.008140	.003323	2.006	.101
	ศุกร์	.01017	.012368	.005049	2.014	.100
	เสาร์	.00417	.006210	.002535	1.643	.161
ไซลีน	อาทิตย์	.01400	.019829	.008095	1.729	.144
	จันทร์	.02183	.032252	.013167	1.658	.158
	อังคาร	.01700	.025290	.010325	1.647	.161
	พุธ	.01900	.026601	.010860	1.750	.141
	พฤหัสบดี	.01783	.026881	.010974	1.625	.165
	ศุกร์	.02150	.028995	.011837	1.816	.129
	เสาร์	.00967	.012307	.005024	1.924	.112



ตารางผนวกที่ ๑1 ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงของสารเบนซีน เฉลี่ยรายวันในเดือนเมษายน, มิถุนายน และพฤศจิกายน

เดือน	วัน	ค่าเฉลี่ยสารเบนซีนในช่วง		การได้รับสัมผัส		ความเสี่ยงก่อมะเร็ง		ค่าดัชนีอันตราย	
		เวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น (mg/m ³)							
เมษายน	อาทิตย์	7.203E-03	2.932E-03	6.084E-05	2.476E-05	1.661E-06	6.761E-07	7.099E-03	2.890E-03
	จันทร์	1.138E-02	3.697E-03	9.608E-05	3.123E-05	2.623E-06	8.525E-07	1.121E-02	3.643E-03
	อังคาร	9.838E-03	3.686E-03	8.309E-05	3.113E-05	2.268E-06	8.499E-07	9.696E-03	3.633E-03
	พุธ	8.987E-03	3.710E-03	7.591E-05	3.134E-05	2.072E-06	8.555E-07	8.857E-03	3.656E-03
	พฤหัสบดี	9.821E-03	3.654E-03	8.295E-05	3.086E-05	2.265E-06	8.425E-07	9.679E-03	3.602E-03
	ศุกร์	1.125E-02	3.927E-03	9.506E-05	3.317E-05	2.595E-06	9.055E-07	1.109E-02	3.870E-03
	เสาร์	5.995E-03	2.997E-03	5.063E-05	2.531E-05	1.382E-06	6.911E-07	5.908E-03	2.954E-03
มิถุนายน	อาทิตย์	5.935E-03	4.080E-03	5.013E-05	3.446E-05	1.368E-06	9.407E-07	5.849E-03	4.021E-03
	จันทร์	6.768E-03	5.336E-03	5.716E-05	4.507E-05	1.561E-06	1.230E-06	6.670E-03	5.259E-03
	อังคาร	6.648E-03	5.326E-03	5.615E-05	4.498E-05	1.533E-06	1.228E-06	6.552E-03	5.249E-03
	พุธ	6.532E-03	5.246E-03	5.517E-05	4.431E-05	1.506E-06	1.210E-06	6.437E-03	5.170E-03
	พฤหัสบดี	6.262E-03	5.120E-03	5.289E-05	4.324E-05	1.444E-06	1.181E-06	6.171E-03	5.046E-03
	ศุกร์	6.980E-03	5.601E-03	5.895E-05	4.731E-05	1.609E-06	1.291E-06	6.879E-03	5.520E-03
	เสาร์	5.500E-03	4.203E-03	4.645E-05	3.550E-05	1.268E-06	9.691E-07	5.420E-03	4.142E-03

ตารางผนวกที่ ง1 (ต่อ)

เดือน	วัน	ค่าเฉลี่ยสารเบนซีนในช่วง เวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น (mg/m ³)		การได้รับสัมผัส		ความเสี่ยงก่อมะเร็ง		ค่าดัชนีอันตราย	
		การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย
พฤษภาคม	อาทิตย์	3.067E-03	2.947E-03	2.590E-05	2.489E-05	7.072E-07	6.795E-07	3.022E-03	2.905E-03
	จันทร์	4.013E-03	3.883E-03	3.389E-05	3.280E-05	9.253E-07	8.953E-07	3.955E-03	3.827E-03
	อังคาร	3.795E-03	3.913E-03	3.205E-05	3.305E-05	8.751E-07	9.023E-07	3.740E-03	3.856E-03
	พุธ	4.061E-03	3.837E-03	3.430E-05	3.241E-05	9.364E-07	8.847E-07	4.002E-03	3.782E-03
	พฤหัสบดี	4.054E-03	3.759E-03	3.424E-05	3.175E-05	9.348E-07	8.668E-07	3.996E-03	3.705E-03
	ศุกร์	3.917E-03	4.138E-03	3.308E-05	3.495E-05	9.032E-07	9.541E-07	3.861E-03	4.078E-03
	เสาร์	3.226E-03	3.127E-03	2.725E-05	2.641E-05	7.439E-07	7.210E-07	3.180E-03	3.082E-03

ตารางผนวกที่ 2 ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงของสารโพลูอิน เฉลี่ยรายวัน ในเดือนเมษายน, มิถุนายน และพฤศจิกายน

เดือน	วัน	ค่าเฉลี่ยสารโพลูอินในช่วง เวลาเร่งด่วน เข้าและเย็น (mg/m ³)		การได้รับสัมผัส		ค่าดัชนีอันตราย	
		การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย
เมษายน	อาทิตย์	2.32E-03	9.22E-04	1.962E-05	7.789E-06	1.372E-05	5.447E-06
	จันทร์	3.13E-03	1.15E-03	2.644E-05	9.716E-06	1.849E-05	6.794E-06
	อังคาร	3.10E-03	1.19E-03	2.615E-05	1.003E-05	1.829E-05	7.013E-06
	พุธ	3.14E-03	1.11E-03	2.653E-05	9.355E-06	1.855E-05	6.542E-06
	พฤหัสบดี	2.63E-03	1.11E-03	2.217E-05	9.397E-06	1.550E-05	6.571E-06
	ศุกร์	3.49E-03	1.15E-03	2.944E-05	9.714E-06	2.059E-05	6.793E-06
	เสาร์	1.95E-03	1.00E-03	1.647E-05	8.442E-06	1.152E-05	5.904E-06
มิถุนายน	อาทิตย์	1.42E-03	1.34E-03	1.199E-05	1.129E-05	8.383E-06	7.894E-06
	จันทร์	1.94E-03	1.65E-03	1.636E-05	1.396E-05	1.144E-05	9.764E-06
	อังคาร	2.00E-03	1.67E-03	1.690E-05	1.409E-05	1.182E-05	9.853E-06
	พุธ	1.64E-03	1.59E-03	1.382E-05	1.339E-05	9.664E-06	9.363E-06
	พฤหัสบดี	1.60E-03	1.59E-03	1.349E-05	1.339E-05	9.434E-06	9.363E-06
	ศุกร์	1.68E-03	1.70E-03	1.421E-05	1.437E-05	9.935E-06	1.005E-05
	เสาร์	1.34E-03	1.39E-03	1.129E-05	1.176E-05	7.897E-06	8.221E-06

ตารางผนวกที่ ง2 (ต่อ)

เดือน	วัน	ค่าเฉลี่ยสารโทลูอินในช่วง เวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น (mg/m^3)		การได้รับสัมผัส		ค่าดัชนีอันตราย	
		การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย
พฤษภาคม	อาทิตย์	0.001016	0.000972	8.579E-06	8.206E-06	5.999E-06	5.739E-06
	จันทร์	0.001275	0.001202	1.077E-05	1.015E-05	7.529E-06	7.098E-06
	อังคาร	0.001307	0.001234	1.104E-05	1.043E-05	7.719E-06	7.291E-06
	พุธ	0.001172	0.001161	9.903E-06	9.807E-06	6.925E-06	6.858E-06
	พฤหัสบดี	0.001217	0.001164	1.028E-05	9.830E-06	7.188E-06	6.874E-06
	ศุกร์	0.001308	0.00125	1.105E-05	1.055E-05	7.727E-06	7.381E-06
	เสาร์	0.001038	0.00104	8.765E-06	8.783E-06	6.129E-06	6.142E-06

ตารางผนวกที่ 3 ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงของสารเอทิลเบนซีน เฉลี่ยรายวันในเดือนเมษายน, มิถุนายน และพฤศจิกายน

เดือน	วัน	ค่าเฉลี่ยสารเอทิลเบนซีนในช่วง เวลาเร่งด่วน เช้าและเย็น (mg/m ³)		การได้รับสัมผัส		ค่าดัชนีอันตราย	
		การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย
เมษายน	อาทิตย์	2.10E-05	9.25E-06	1.774E-07	7.811E-08	6.202E-07	2.731E-07
	จันทร์	4.15E-05	1.13E-05	3.505E-07	9.547E-08	1.226E-06	3.338E-07
	อังคาร	3.05E-05	1.14E-05	2.576E-07	9.628E-08	9.007E-07	3.366E-07
	พุธ	3.60E-05	1.07E-05	3.041E-07	9.037E-08	1.063E-06	3.160E-07
	พฤหัสบดี	2.65E-05	1.05E-05	2.238E-07	8.826E-08	7.826E-07	3.086E-07
	ศุกร์	3.65E-05	1.13E-05	3.083E-07	9.547E-08	1.078E-06	3.338E-07
	เสาร์	2.15E-05	9.35E-06	1.816E-07	7.893E-08	6.349E-07	2.760E-07
มิถุนายน	อาทิตย์	1.45E-05	1.28E-05	1.225E-07	1.082E-07	4.282E-07	3.784E-07
	จันทร์	1.92E-05	1.57E-05	1.619E-07	1.326E-07	5.659E-07	4.637E-07
	อังคาร	2.01E-05	1.64E-05	1.697E-07	1.387E-07	5.935E-07	4.851E-07
	พุธ	1.85E-05	1.51E-05	1.563E-07	1.275E-07	5.463E-07	4.459E-07
	พฤหัสบดี	1.71E-05	1.51E-05	1.441E-07	1.277E-07	5.040E-07	4.466E-07
	ศุกร์	1.86E-05	1.62E-05	1.573E-07	1.369E-07	5.500E-07	4.786E-07
	เสาร์	1.40E-05	1.33E-05	1.182E-07	1.127E-07	4.134E-07	3.939E-07

ตารางผนวกที่ 3 ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงของสารเอทิลเบนซีน เฉลี่ยรายวันในเดือนเมษายน, มิถุนายน และพฤศจิกายน

เดือน	วัน	ค่าเฉลี่ยสารเอทิลเบนซีนในช่วง เวลาเร่งด่วน เช้าและเย็น (mg/m^3)		การได้รับสัมผัส		ค่าดัชนีอันตราย	
		การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย
พฤศจิกายน	อาทิตย์	8.87E-06	9.21E-06	7.489E-08	7.780E-08	2.619E-07	2.720E-07
	จันทร์	1.41E-05	1.15E-05	1.190E-07	9.745E-08	4.159E-07	3.407E-07
	อังคาร	1.43E-05	1.22E-05	1.211E-07	1.032E-07	4.234E-07	3.608E-07
	พุธ	1.12E-05	1.12E-05	9.432E-08	9.467E-08	3.298E-07	3.310E-07
	พฤหัสบดี	1.27E-05	1.11E-05	1.074E-07	9.381E-08	3.754E-07	3.280E-07
	ศุกร์	1.51E-05	1.21E-05	1.273E-07	1.021E-07	4.452E-07	3.571E-07
	เสาร์	9.83E-06	9.84E-06	8.305E-08	8.314E-08	2.904E-07	2.907E-07

ตารางผนวกที่ 4 ผลการคำนวณค่าดัชนีอันตรายของสารไซลีน เฉลี่ยรายวันในเดือนเมษายน, มิถุนายน และพฤศจิกายน

เดือน	วัน	ค่าเฉลี่ยสารไซลีนในช่วง เวลาเช้าและเย็น (mg/m^3)		การได้รับสัมผัส		ค่าดัชนีอันตราย	
		การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย
เมษายน	อาทิตย์	5.55E-05	1.62E-05	4.688E-07	1.367E-07	1.639E-05	4.780E-06
	จันทร์	8.05E-05	1.97E-05	6.799E-07	1.664E-07	2.377E-05	5.818E-06
	อังคาร	6.75E-05	2.00E-05	5.701E-07	1.693E-07	1.993E-05	5.921E-06
	พุธ	7.15E-05	1.91E-05	6.039E-07	1.613E-07	2.112E-05	5.639E-06
	พฤหัสบดี	7.05E-05	1.89E-05	5.955E-07	1.594E-07	2.082E-05	5.573E-06
	ศุกร์	7.65E-05	2.04E-05	6.461E-07	1.725E-07	2.259E-05	6.032E-06
	เสาร์	4.20E-05	1.67E-05	3.547E-07	1.407E-07	1.240E-05	4.921E-06
มิถุนายน	อาทิตย์	2.41E-05	2.33E-05	2.037E-07	1.967E-07	7.122E-06	6.877E-06
	จันทร์	3.08E-05	2.84E-05	2.603E-07	2.398E-07	9.103E-06	8.385E-06
	อังคาร	2.96E-05	2.87E-05	2.496E-07	2.428E-07	8.728E-06	8.488E-06
	พุธ	2.95E-05	2.72E-05	2.488E-07	2.300E-07	8.701E-06	8.043E-06
	พฤหัสบดี	2.78E-05	2.71E-05	2.345E-07	2.292E-07	8.200E-06	8.013E-06
	ศุกร์	2.91E-05	2.93E-05	2.455E-07	2.476E-07	8.584E-06	8.659E-06
	เสาร์	2.56E-05	2.37E-05	2.158E-07	2.003E-07	7.546E-06	7.004E-06

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

เดือน	วัน	ค่าเฉลี่ยสารไซลินในช่วง เวลาเช้าและเย็น (mg/m^3)		การได้รับสัมผัส		ค่าดัชนีอันตราย	
		การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย
พฤษภาคม	อาทิตย์	1.763E-05	1.66E-05	1.489E-07	1.400E-07	5.205E-06	4.897E-06
	จันทร์	2.325E-05	2.03E-05	1.964E-07	1.716E-07	6.866E-06	6.002E-06
	อังคาร	2.42E-05	2.12E-05	2.044E-07	1.789E-07	7.148E-06	6.255E-06
	พุธ	2.25E-05	1.98E-05	1.900E-07	1.674E-07	6.644E-06	5.852E-06
	พฤหัสบดี	2.066E-05	1.98E-05	1.745E-07	1.676E-07	6.102E-06	5.860E-06
	ศุกร์	3.141E-05	2.16E-05	2.653E-07	1.825E-07	9.275E-06	6.382E-06
	เสาร์	1.976E-05	1.76E-05	1.669E-07	1.488E-07	5.835E-06	5.203E-06

ตารางผนวกที่ 5 ผลการคำนวณค่าดัชนีอันตรายรวมของสารเบนซีน, โทลูอิน, เอทิลเบนซีน และไซลีน เฉลี่ยรายวันในแต่ละเดือน

เดือน	วัน	ค่าดัชนีอันตรายจากการตรวจวัด(HI)				ค่าดัชนีอันตรายจากการทำนาย(HI)				HQ	
		เบนซีน	โทลูอิน	เอทิลเบนซีน	ไซลีน	เบนซีน	โทลูอิน	เอทิลเบนซีน	ไซลีน	การตรวจวัด	การทำนาย
เมษายน	อาทิตย์	7.099E-03	1.372E-05	6.202E-07	1.639E-05	2.890E-03	5.447E-06	2.731E-07	4.780E-06	7.130E-03	2.90E-03
	จันทร์	1.121E-02	1.849E-05	1.226E-06	2.377E-05	3.643E-03	6.794E-06	3.338E-07	5.818E-06	1.125E-02	3.66E-03
	อังคาร	9.696E-03	1.829E-05	9.007E-07	1.993E-05	3.633E-03	7.013E-06	3.366E-07	5.921E-06	9.735E-03	3.65E-03
	พุธ	8.857E-03	1.855E-05	1.063E-06	2.112E-05	3.656E-03	6.542E-06	3.160E-07	5.639E-06	8.898E-03	3.67E-03
	พฤหัสบดี	9.679E-03	1.550E-05	7.826E-07	2.082E-05	3.602E-03	6.571E-06	3.086E-07	5.573E-06	9.716E-03	3.61E-03
	ศุกร์	1.109E-02	2.059E-05	1.078E-06	2.259E-05	3.870E-03	6.793E-06	3.338E-07	6.032E-06	1.114E-02	3.88E-03
	เสาร์	5.908E-03	1.152E-05	6.349E-07	1.240E-05	2.954E-03	5.904E-06	2.760E-07	4.921E-06	5.932E-03	2.97E-03
มิถุนายน	อาทิตย์	4.021E-03	8.383E-06	4.282E-07	7.122E-06	4.021E-03	7.894E-06	3.784E-07	6.877E-06	5.865E-03	4.04E-03
	จันทร์	5.259E-03	1.144E-05	5.659E-07	9.103E-06	5.259E-03	9.764E-06	4.637E-07	8.385E-06	6.691E-03	5.28E-03
	อังคาร	5.249E-03	1.182E-05	5.935E-07	8.728E-06	5.249E-03	9.853E-06	4.851E-07	8.488E-06	6.573E-03	5.27E-03
	พุธ	5.170E-03	9.664E-06	5.463E-07	8.701E-06	5.170E-03	9.363E-06	4.459E-07	8.043E-06	6.456E-03	5.19E-03
	พฤหัสบดี	6.171E-03	9.434E-06	5.040E-07	8.200E-06	5.046E-03	9.363E-06	4.466E-07	8.013E-06	6.189E-03	5.06E-03
	ศุกร์	6.879E-03	9.935E-06	5.500E-07	8.584E-06	5.520E-03	1.005E-05	4.786E-07	8.659E-06	6.898E-03	5.54E-03
	เสาร์	5.420E-03	7.897E-06	4.134E-07	7.546E-06	4.142E-03	8.221E-06	3.939E-07	7.004E-06	5.436E-03	4.16E-03

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

เดือน	วัน	ค่าดัชนีอันตรายจากการตรวจวัด(HI)				ค่าดัชนีอันตรายจากการทำนาย(HI)				HQ	
		เบนซีน	โทลูอิน	เอททิล เบนซีน	ไซลีน	เบนซีน	โทลูอิน	เอททิล เบนซีน	ไซลีน	การ ตรวจวัด	การ ทำนาย
พฤศจิกายน	อาทิตย์	3.022E-03	5.999E-06	2.619E-07	5.205E-06	2.905E-03	5.739E-06	2.720E-07	4.897E-06	3.034E-03	2.92E-03
	จันทร์	3.955E-03	7.529E-06	4.159E-07	6.866E-06	3.827E-03	7.098E-06	3.407E-07	6.002E-06	3.970E-03	3.84E-03
	อังคาร	3.740E-03	7.719E-06	4.234E-07	7.148E-06	3.856E-03	7.291E-06	3.608E-07	6.255E-06	3.755E-03	3.87E-03
	พุธ	4.002E-03	6.925E-06	3.298E-07	6.644E-06	3.782E-03	6.858E-06	3.310E-07	5.852E-06	4.016E-03	3.80E-03
	พฤหัสบดี	3.996E-03	7.188E-06	3.754E-07	6.102E-06	3.705E-03	6.874E-06	3.280E-07	5.860E-06	4.009E-03	3.72E-03
	ศุกร์	3.861E-03	7.727E-06	4.452E-07	9.275E-06	4.078E-03	7.381E-06	3.571E-07	6.382E-06	3.878E-03	4.09E-03
	เสาร์	3.180E-03	6.129E-06	2.904E-07	5.835E-06	3.082E-03	6.142E-06	2.907E-07	5.203E-06	3.192E-03	3.09E-03

ตารางผนวกที่ 6 ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงจากสารเบนซีนของจุดตรวจวัดที่ 1, 2, 3 และ 4

จุดตรวจวัด	วัน	ความเข้มข้นสารเบนซีน (mg/m ³)		การได้รับสัมผัส		ค่าความเสี่ยงก่อมะเร็ง (Rc)		ค่าดัชนีอันตราย	
		การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย
1	อาทิตย์	5.714E-03	3.242E-03	4.826E-05	2.738E-05	1.317E-06	7.475E-07	5.631E-03	3.195E-03
	จันทร์	9.731E-03	4.191E-03	8.219E-05	3.540E-05	2.244E-06	9.665E-07	9.590E-03	4.131E-03
	อังคาร	8.736E-03	4.173E-03	7.379E-05	3.525E-05	2.014E-06	9.623E-07	8.610E-03	4.113E-03
	พุธ	6.954E-03	4.134E-03	5.873E-05	3.491E-05	1.603E-06	9.531E-07	6.853E-03	4.074E-03
	พฤหัสบดี	8.981E-03	4.098E-03	7.586E-05	3.461E-05	2.071E-06	9.449E-07	8.852E-03	4.039E-03
	ศุกร์	9.190E-03	4.365E-03	7.762E-05	3.687E-05	2.119E-06	1.006E-06	9.057E-03	4.302E-03
	เสาร์	5.112E-03	3.378E-03	4.318E-05	2.853E-05	1.179E-06	7.789E-07	5.038E-03	3.329E-03
2	อาทิตย์	5.647E-03	3.014E-03	4.770E-05	2.546E-05	1.302E-06	6.951E-07	5.565E-03	2.971E-03
	จันทร์	6.393E-03	3.949E-03	5.399E-05	3.336E-05	1.474E-06	9.107E-07	6.300E-03	3.892E-03
	อังคาร	6.273E-03	4.000E-03	5.298E-05	3.378E-05	1.446E-06	9.222E-07	6.182E-03	3.942E-03
	พุธ	6.121E-03	3.949E-03	5.170E-05	3.336E-05	1.411E-06	9.106E-07	6.033E-03	3.892E-03
	พฤหัสบดี	5.740E-03	3.768E-03	4.848E-05	3.183E-05	1.324E-06	8.689E-07	5.657E-03	3.714E-03
	ศุกร์	6.888E-03	4.347E-03	5.818E-05	3.671E-05	1.588E-06	1.002E-06	6.788E-03	4.284E-03
	เสาร์	5.666E-03	3.085E-03	4.786E-05	2.606E-05	1.306E-06	7.113E-07	5.584E-03	3.040E-03

ตารางผนวกที่ ง6 (ต่อ)

จุดตรวจวัด	วัน	ความเข้มข้นสารเบนซีน (mg/m ³)		การได้รับสัมผัส		ค่าความเสี่ยง (Rc)		ค่าดัชนีอันตราย	
		การตรวจวัด	การทำงาน	การตรวจวัด	การทำงาน	การตรวจวัด	การทำงาน	การตรวจวัด	การทำงาน
3	อาทิตย์	4.556E-03	2.638E-03	3.848E-05	2.228E-05	1.051E-06	6.082E-07	4.490E-03	2.600E-03
	จันทร์	5.657E-03	3.388E-03	4.778E-05	2.862E-05	1.304E-06	7.812E-07	5.576E-03	3.339E-03
	อังคาร	4.897E-03	3.426E-03	4.136E-05	2.893E-05	1.129E-06	7.899E-07	4.826E-03	3.376E-03
	พุธ	6.094E-03	3.413E-03	5.147E-05	2.883E-05	1.405E-06	7.871E-07	6.006E-03	3.364E-03
	พฤหัสบดี	4.894E-03	3.315E-03	4.134E-05	2.800E-05	1.128E-06	7.644E-07	4.823E-03	3.267E-03
	ศุกร์	5.982E-03	3.700E-03	5.052E-05	3.125E-05	1.379E-06	8.532E-07	5.895E-03	3.647E-03
	เสาร์	4.109E-03	2.746E-03	3.471E-05	2.320E-05	9.475E-07	6.333E-07	4.050E-03	2.707E-03
4	อาทิตย์	6.223E-03	5.145E-03	5.256E-05	4.346E-05	1.435E-06	1.186E-06	6.133E-03	5.071E-03
	จันทร์	7.143E-03	6.724E-03	6.033E-05	5.679E-05	1.647E-06	1.550E-06	7.040E-03	6.627E-03
	อังคาร	7.023E-03	6.652E-03	5.932E-05	5.619E-05	1.619E-06	1.534E-06	6.922E-03	6.556E-03
	พุธ	6.942E-03	6.542E-03	5.863E-05	5.526E-05	1.601E-06	1.509E-06	6.842E-03	6.448E-03
	พฤหัสบดี	6.783E-03	6.472E-03	5.729E-05	5.466E-05	1.564E-06	1.492E-06	6.685E-03	6.378E-03
	ศุกร์	7.071E-03	6.854E-03	5.972E-05	5.789E-05	1.630E-06	1.580E-06	6.969E-03	6.755E-03
	เสาร์	5.333E-03	5.321E-03	4.504E-05	4.494E-05	1.230E-06	1.227E-06	5.256E-03	5.244E-03

ตารางผนวกที่ 7 ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงจากสารโพลีอินของจุดตรวจวัดที่ 1, 2, 3 และ 4

จุดตรวจวัด	วัน	ความเข้มข้นสารโพลีอิน (mg/m ³)		การได้รับสัมผัส		ค่าดัชนีอันตราย	
		การตรวจวัด	การทำงาน	การตรวจวัด	การทำงาน	การตรวจวัด	การทำงาน
1	อาทิตย์	1.517E-03	1.039E-03	1.281E-05	8.773E-06	8.957E-06	6.135E-06
	จันทร์	2.393E-03	1.308E-03	2.021E-05	1.105E-05	1.413E-05	7.726E-06
	อังคาร	2.436E-03	1.328E-03	2.058E-05	1.122E-05	1.439E-05	7.843E-06
	พุธ	2.602E-03	1.230E-03	2.197E-05	1.039E-05	1.537E-05	7.265E-06
	พฤหัสบดี	2.074E-03	1.250E-03	1.752E-05	1.056E-05	1.225E-05	7.385E-06
	ศุกร์	2.662E-03	1.303E-03	2.248E-05	1.101E-05	1.572E-05	7.697E-06
	เสาร์	1.397E-03	1.114E-03	1.180E-05	9.410E-06	8.248E-06	6.581E-06
2	อาทิตย์	1.108E-03	9.998E-04	9.358E-06	8.444E-06	6.544E-06	5.905E-06
	จันทร์	1.328E-03	1.221E-03	1.122E-05	1.031E-05	7.844E-06	7.211E-06
	อังคาร	1.342E-03	1.246E-03	1.133E-05	1.052E-05	7.926E-06	7.360E-06
	พุธ	1.292E-03	1.211E-03	1.091E-05	1.023E-05	7.631E-06	7.152E-06
	พฤหัสบดี	1.213E-03	1.181E-03	1.025E-05	9.972E-06	7.164E-06	6.974E-06
	ศุกร์	1.304E-03	1.311E-03	1.101E-05	1.108E-05	7.702E-06	7.745E-06
	เสาร์	1.104E-03	1.045E-03	9.325E-06	8.828E-06	6.521E-06	6.173E-06

ตารางผนวกที่ ๗7 (ต่อ)

จุดตรวจวัด	วัน	ความเข้มข้นสารโทลูอิน (mg/m ³)		การได้รับสัมผัส		ค่าดัชนีอันตราย (HI)	
		การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย
3	อาทิตย์	1.822E-03	8.551E-04	1.539E-05	7.222E-06	1.076E-05	5.051E-06
	จันทร์	2.012E-03	1.044E-03	1.699E-05	8.817E-06	1.188E-05	6.165E-06
	อังคาร	1.967E-03	1.094E-03	1.661E-05	9.239E-06	1.161E-05	6.461E-06
	พุธ	1.711E-03	1.039E-03	1.445E-05	8.772E-06	1.011E-05	6.134E-06
	พฤหัสบดี	1.768E-03	1.026E-03	1.493E-05	8.666E-06	1.044E-05	6.060E-06
	ศุกร์	2.133E-03	1.097E-03	1.801E-05	9.262E-06	1.260E-05	6.477E-06
	เสาร์	1.591E-03	9.252E-04	1.344E-05	7.815E-06	9.399E-06	5.465E-06
4	อาทิตย์	1.731E-03	1.673E-03	1.462E-05	1.413E-05	1.022E-05	9.883E-06
	จันทร์	2.546E-03	2.085E-03	2.150E-05	1.761E-05	1.504E-05	1.232E-05
	อังคาร	2.660E-03	2.090E-03	2.247E-05	1.765E-05	1.571E-05	1.235E-05
	พุธ	1.981E-03	1.960E-03	1.673E-05	1.655E-05	1.170E-05	1.157E-05
	พฤหัสบดี	1.981E-03	1.990E-03	1.674E-05	1.681E-05	1.170E-05	1.175E-05
	ศุกร์	2.060E-03	2.090E-03	1.740E-05	1.765E-05	1.217E-05	1.235E-05
	เสาร์	1.570E-03	1.739E-03	1.326E-05	1.468E-05	9.273E-06	1.027E-05

ตารางผนวกที่ ๘ ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงจากสารเอทิลเบนซีน ของจุดตรวจวัดที่ 1, 2, 3 และ 4

จุดตรวจวัด	วัน	ความเข้มข้นสารเอทิลเบนซีน (mg/m ³)		การได้รับสัมผัส		ค่าดัชนีอันตราย (HI)	
		การตรวจวัด	การทำงาน	การตรวจวัด	การทำงาน	การตรวจวัด	การทำงาน
1	อาทิตย์	1.533E-05	1.006E-05	1.295E-07	8.497E-08	4.528E-07	2.971E-07
	จันทร์	3.217E-05	1.283E-05	2.717E-07	1.084E-07	9.499E-07	3.789E-07
	อังคาร	2.629E-05	1.300E-05	2.220E-07	1.098E-07	7.763E-07	3.840E-07
	พุธ	2.725E-05	1.190E-05	2.302E-07	1.005E-07	8.048E-07	3.514E-07
	พฤหัสบดี	2.321E-05	1.192E-05	1.960E-07	1.007E-07	6.854E-07	3.521E-07
	ศุกร์	3.033E-05	1.265E-05	2.562E-07	1.069E-07	8.958E-07	3.737E-07
	เสาร์	1.650E-05	1.056E-05	1.394E-07	8.921E-08	4.873E-07	3.119E-07
2	อาทิตย์	1.100E-05	9.598E-06	9.291E-08	8.107E-08	3.249E-07	2.835E-07
	จันทร์	1.400E-05	1.161E-05	1.182E-07	9.803E-08	4.134E-07	3.428E-07
	อังคาร	1.500E-05	1.241E-05	1.267E-07	1.048E-07	4.430E-07	3.664E-07
	พุธ	1.500E-05	1.146E-05	1.267E-07	9.676E-08	4.430E-07	3.383E-07
	พฤหัสบดี	1.313E-05	1.136E-05	1.109E-07	9.591E-08	3.878E-07	3.354E-07
	ศุกร์	1.525E-05	1.256E-05	1.288E-07	1.061E-07	4.503E-07	3.710E-07
	เสาร์	1.200E-05	9.897E-06	1.014E-07	8.359E-08	3.544E-07	2.923E-07

ตารางผนวกที่ ๙8 (ต่อ)

จุดตรวจวัด	วัน	ความเข้มข้นสารเอทิลเบนซีน (mg/m ³)		การได้รับสัมผัส		ค่าดัชนีอันตราย (HI)	
		การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย
3	อาทิตย์	1.453E-05	8.399E-06	1.228E-07	7.094E-08	4.292E-07	2.480E-07
	จันทร์	2.342E-05	1.001E-05	1.978E-07	8.455E-08	6.915E-07	2.956E-07
	อังคาร	1.855E-05	1.061E-05	1.567E-07	8.963E-08	5.478E-07	3.134E-07
	พุธ	1.992E-05	1.001E-05	1.682E-07	8.454E-08	5.882E-07	2.956E-07
	พฤหัสบดี	1.600E-05	9.634E-06	1.351E-07	8.137E-08	4.725E-07	2.845E-07
	ศุกร์	2.124E-05	1.074E-05	1.794E-07	9.072E-08	6.273E-07	3.172E-07
	เสาร์	1.483E-05	8.626E-06	1.253E-07	7.286E-08	4.381E-07	2.547E-07
4	อาทิตย์	1.800E-05	1.603E-05	1.520E-07	1.354E-07	5.316E-07	4.733E-07
	จันทร์	2.433E-05	1.980E-05	2.055E-07	1.672E-07	7.184E-07	5.847E-07
	อังคาร	2.519E-05	2.045E-05	2.128E-07	1.727E-07	7.440E-07	6.038E-07
	พุธ	2.200E-05	1.874E-05	1.858E-07	1.583E-07	6.497E-07	5.535E-07
	พฤหัสบดี	2.100E-05	1.889E-05	1.774E-07	1.596E-07	6.202E-07	5.579E-07
	ศุกร์	2.200E-05	1.985E-05	1.858E-07	1.676E-07	6.497E-07	5.861E-07
	เสาร์	1.600E-05	1.678E-05	1.351E-07	1.417E-07	4.725E-07	4.956E-07

ตารางผนวกที่ 9 ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงจากสารไซลีเนอ ของจุดตรวจวัดที่ 1, 2, 3 และ 4

จุดตรวจวัด	วัน	ความเข้มข้นสารไซลีเนอ (mg/m ³)		การได้รับสัมผัส		ค่าดัชนีอันตราย (HI)	
		การตรวจวัด	การทำงาน	การตรวจวัด	การทำงาน	การตรวจวัด	การทำงาน
1	อาทิตย์	3.879E-05	1.793E-05	3.276E-07	1.515E-07	1.146E-05	5.296E-06
	จันทร์	6.117E-05	2.224E-05	5.166E-07	1.878E-07	1.806E-05	6.568E-06
	อังคาร	5.292E-05	2.267E-05	4.470E-07	1.914E-07	1.563E-05	6.694E-06
	พุธ	5.079E-05	2.118E-05	4.290E-07	1.789E-07	1.500E-05	6.255E-06
	พฤหัสบดี	4.971E-05	2.128E-05	4.199E-07	1.797E-07	1.468E-05	6.285E-06
	ศุกร์	5.717E-05	2.274E-05	4.828E-07	1.921E-07	1.688E-05	6.716E-06
	เสาร์	3.183E-05	1.881E-05	2.689E-07	1.589E-07	9.401E-06	5.556E-06
2	อาทิตย์	1.900E-05	1.748E-05	1.605E-07	1.477E-07	5.611E-06	5.163E-06
	จันทร์	2.139E-05	2.080E-05	1.806E-07	1.757E-07	6.316E-06	6.144E-06
	อังคาร	2.078E-05	2.151E-05	1.755E-07	1.816E-07	6.137E-06	6.351E-06
	พุธ	2.192E-05	2.080E-05	1.851E-07	1.757E-07	6.472E-06	6.143E-06
	พฤหัสบดี	2.053E-05	2.015E-05	1.734E-07	1.702E-07	6.064E-06	5.950E-06
	ศุกร์	2.080E-05	2.266E-05	1.757E-07	1.914E-07	6.143E-06	6.692E-06
	เสาร์	2.014E-05	1.754E-05	1.701E-07	1.481E-07	5.946E-06	5.179E-06

ตารางผนวกที่ ๑๑ (ต่อ)

จุดตรวจวัด	วัน	ความเข้มข้นสารไซลีเนน (mg/m ³)		การได้รับสัมผัส		ค่าดัชนีอันตราย (HI)	
		การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย	การตรวจวัด	การทำนาย
3	อาทิตย์	3.433E-05	1.484E-05	2.900E-07	1.253E-07	1.014E-05	4.381E-06
	จันทร์	4.258E-05	1.778E-05	3.597E-07	1.502E-07	1.258E-05	5.251E-06
	อังคาร	3.878E-05	1.856E-05	3.276E-07	1.568E-07	1.145E-05	5.482E-06
	พุธ	4.321E-05	1.773E-05	3.650E-07	1.498E-07	1.276E-05	5.236E-06
	พฤหัสบดี	4.145E-05	1.743E-05	3.501E-07	1.472E-07	1.224E-05	5.148E-06
	ศุกร์	5.074E-05	1.929E-05	4.286E-07	1.629E-07	1.498E-05	5.698E-06
	เสาร์	2.993E-05	1.547E-05	2.528E-07	1.306E-07	8.837E-06	4.567E-06
4	อาทิตย์	2.923E-05	2.909E-05	2.469E-07	2.457E-07	8.633E-06	8.590E-06
	จันทร์	4.026E-05	3.598E-05	3.400E-07	3.039E-07	1.189E-05	1.063E-05
	อังคาร	3.833E-05	3.598E-05	3.237E-07	3.039E-07	1.132E-05	1.062E-05
	พุธ	3.701E-05	3.367E-05	3.126E-07	2.843E-07	1.093E-05	9.942E-06
	พฤหัสบดี	3.500E-05	3.412E-05	2.956E-07	2.882E-07	1.034E-05	1.008E-05
	ศุกร์	3.733E-05	3.598E-05	3.153E-07	3.039E-07	1.103E-05	1.063E-05
	เสาร์	3.097E-05	2.990E-05	2.616E-07	2.525E-07	9.146E-06	8.829E-06

ตารางผนวกที่ 10 ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงที่ใช้ในการประเมินที่เส้นความเสี่ยง ของสารเบนซีน

พิกัด X	พิกัด Y	เบนซีน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				ค่าเฉลี่ยเบนซีน mg/m^3	ระยะเวลาการรับ สัมผัส 1 ชม	R_c	HI
		เมษายน	มิถุนายน	พฤศจิกายน	ค่าเฉลี่ย				
667510.19	1525628.59	3.6882	3.3289	3.7578	3.5916	0.0036	3.034E-05	8.282E-07	3.540E-03
667554.75	1525631.82	3.9003	3.5324	4.0386	3.8237	0.0038	3.230E-05	8.817E-07	3.768E-03
667444.95	1525163.61	3.7956	3.4571	4.0847	3.7791	0.0038	3.192E-05	8.714E-07	3.725E-03
667405.28	1525167.43	4.0997	3.7304	4.3581	4.0627	0.0041	3.431E-05	9.368E-07	4.004E-03
667246.22	1524606.11	6.8109	6.2444	7.8276	6.9610	0.0070	5.879E-05	1.605E-06	6.860E-03
667226.62	1524701.71	3.2340	2.9059	3.2308	3.1236	0.0031	2.638E-05	7.202E-07	3.078E-03
667593.28	1525689.86	10.2482	9.4323	12.3525	10.6777	0.0107	9.019E-05	2.462E-06	1.052E-02
667500.47	1525371.41	10.7451	9.8892	13.1545	11.2629	0.0113	9.513E-05	2.597E-06	1.110E-02
667422.2	1525195.23	9.4207	8.6897	11.5938	9.9014	0.0099	8.363E-05	2.283E-06	9.758E-03
667327.81	1524878.04	10.5415	9.7067	12.9554	11.0679	0.0111	9.348E-05	2.552E-06	1.091E-02
667162.06	1524439.47	10.2985	9.4833	12.3964	10.7261	0.0107	9.059E-05	2.473E-06	1.057E-02
667625.75	1525654.04	3.0649	2.7353	2.9859	2.9287	0.0029	2.474E-05	6.753E-07	2.886E-03
667427.92	1525300.67	2.6973	2.4129	2.6207	2.5770	0.0026	2.177E-05	5.942E-07	2.540E-03

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

พิกัด X	พิกัด Y	เบนซีน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				ค่าเฉลี่ยเบนซีน mg/m^3	ระยะเวลาการ รับ สัมผัส 1 ชม	R_c	HI
		เมษายน	มิถุนายน	พฤศจิกายน	ค่าเฉลี่ย				
667434.18	1525086.42	2.6313	2.3604	2.6245	2.5388	0.0025	2.144E-05	5.854E-07	2.502E-03
667298.64	1524930.21	2.7079	2.4150	2.6488	2.5905	0.0026	2.188E-05	5.973E-07	2.553E-03
667315.78	1524735.95	2.4614	2.1841	2.3533	2.3329	0.0023	1.970E-05	5.379E-07	2.299E-03
667188.37	1524582.19	3.5161	3.1643	3.5446	3.4083	0.0034	2.879E-05	7.859E-07	3.359E-03
667375.72	1524931.97	2.9801	2.6721	2.9866	2.8796	0.0029	2.432E-05	6.640E-07	2.838E-03
667242.71	1524776.56	2.5713	2.2887	2.4526	2.4375	0.0024	2.059E-05	5.621E-07	2.402E-03
667248.08	1524517.72	2.3125	2.0319	2.1476	2.1640	0.0022	1.828E-05	4.990E-07	2.133E-03
667610.69	1525689.5	11.0744	10.2498	13.4790	11.6011	0.0116	9.798E-05	2.675E-06	1.143E-02
667483.73	1525371.79	9.8853	9.1766	12.0619	10.3746	0.0104	8.763E-05	2.392E-06	1.022E-02
667440.32	1525195.85	10.3535	9.6077	12.8162	10.9258	0.0109	9.228E-05	2.519E-06	1.077E-02
667311.73	1524877.42	9.7191	9.0286	11.8923	10.2134	0.0102	8.626E-05	2.355E-06	1.007E-02
667177.24	1524439.23	11.0991	10.2576	13.4989	11.6186	0.0116	9.813E-05	2.679E-06	1.145E-02
667108.56	1524446.28	1.9883	1.7248	1.7582	1.8237	0.0018	1.540E-05	4.205E-07	1.797E-03

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

พิกัด X	พิกัด Y	เบนซีน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				ค่าเฉลี่ย เบนซีน mg/m^3	ระยะเวลาการ รับสัมผัส 1 ชม	R_c	HI
		เมษายน	มิถุนายน	พฤศจิกายน	ค่าเฉลี่ย				
667233.7	1524437.94	2.0077	1.7054	1.8147	1.8426	0.0018	1.556E-05	4.249E-07	1.816E-03
667668.13	1525690.23	1.9829	1.6796	1.7505	1.8043	0.0018	1.524E-05	4.160E-07	1.778E-03
667515.32	1525701.18	1.5553	1.2833	1.2931	1.3772	0.0014	1.163E-05	3.176E-07	1.357E-03
667407.94	1525128.18	6.2325	5.7736	7.2869	6.4310	0.0064	5.432E-05	1.483E-06	6.338E-03
667367.66	1525041.79	9.4227	8.7257	11.6242	9.9242	0.0099	8.382E-05	2.288E-06	9.781E-03
667394.5	1525063.27	10.2274	9.4885	12.7044	10.8068	0.0108	9.128E-05	2.492E-06	1.065E-02
667351.77	1524959.58	9.5873	8.8948	11.8305	10.1042	0.0101	8.534E-05	2.330E-06	9.958E-03
667273.96	1524745.72	8.5820	7.9683	10.2115	8.9206	0.0089	7.535E-05	2.057E-06	8.792E-03
667457.29	1525272.27	6.9400	6.4575	8.0424	7.1467	0.0071	6.036E-05	1.648E-06	7.043E-03
667418.52	1525165.33	8.0156	7.4633	9.7379	8.4056	0.0084	7.100E-05	1.938E-06	8.284E-03
667214.73	1524577.46	9.4286	8.7391	11.3740	9.8472	0.0098	8.317E-05	2.271E-06	9.705E-03
667301.34	1524822.52	8.3709	7.7836	9.8930	8.6825	0.0087	7.333E-05	2.002E-06	8.557E-03
667256.75	1524692.16	7.1736	6.6532	8.2163	7.3477	0.0073	6.206E-05	1.694E-06	7.242E-03
667186.42	1524494.42	9.7023	9.0040	11.6728	10.1264	0.0101	8.553E-05	2.335E-06	9.980E-03

ตารางผนวกที่ ง11 ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงที่ใช้ในการประเมินที่เส้นความเสี่ยง ของสาร โทลูอิน

พิกัด X	พิกัด Y	โทลูอิน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				ค่าเฉลี่ย โทลูอิน mg/m^3	ระยะเวลาการ รับสัมผัส 1 ชม	HI
		เมษายน	มิถุนายน	พฤศจิกายน	ค่าเฉลี่ย			
667510.19	1525628.6	1.1434	1.0374	1.1742	1.1183	0.0011	9.445E-06	6.605E-06
667554.75	1525631.8	1.2134	1.1083	1.2715	1.1977	0.0012	1.012E-05	7.074E-06
667444.95	1525163.6	1.1733	1.0768	1.2759	1.1754	0.0012	9.927E-06	6.942E-06
667405.28	1525167.4	1.2820	1.1735	1.3731	1.2762	0.0013	1.078E-05	7.538E-06
667246.22	1524606.1	2.1160	1.9467	2.4397	2.1675	0.0022	1.831E-05	1.280E-05
667226.62	1524701.7	1.0066	0.9145	1.0161	0.9791	0.0010	8.269E-06	5.783E-06
667593.28	1525689.9	3.2303	2.9814	3.8982	3.3700	0.0034	2.846E-05	1.990E-05
667500.47	1525371.4	3.3416	3.0860	4.1058	3.5112	0.0035	2.966E-05	2.074E-05
667422.2	1525195.2	2.9704	2.7472	3.6631	3.1269	0.0031	2.641E-05	1.847E-05
667327.81	1524878	3.2807	3.0300	4.0373	3.4494	0.0034	2.913E-05	2.037E-05
667162.06	1524439.5	3.2468	2.9907	3.9169	3.3848	0.0034	2.859E-05	1.999E-05
667625.75	1525654	0.9509	0.8558	0.9412	0.9160	0.0009	7.736E-06	5.410E-06
667427.92	1525300.7	0.8370	0.7588	0.8199	0.8053	0.0008	6.801E-06	4.756E-06
667434.18	1525086.4	0.8163	0.7423	0.8265	0.7950	0.0008	6.715E-06	4.696E-06

ตารางผนวกที่ ง11 (ต่อ)

พิกัด X	พิกัด Y	โทลูอิน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				ค่าเฉลี่ยโทลูอิน mg/m^3	ระยะเวลาการ รับสัมผัส 1 ชม	HI
		เมษายน	มิถุนายน	พฤศจิกายน	ค่าเฉลี่ย			
667298.64	1524930.2	0.8406	0.7610	0.8416	0.8144	0.0008	6.878E-06	4.810E-06
667315.78	1524736	0.7648	0.6806	0.7393	0.7282	0.0007	6.151E-06	4.301E-06
667188.37	1524582.2	1.0925	0.9971	1.1128	1.0674	0.0011	9.016E-06	6.305E-06
667375.72	1524932	0.9243	0.8350	0.9412	0.9002	0.0009	7.603E-06	5.317E-06
667242.71	1524776.6	0.8005	0.7222	0.7723	0.7650	0.0008	6.461E-06	4.518E-06
667248.08	1524517.7	0.7162	0.6376	0.6721	0.6753	0.0007	5.704E-06	3.989E-06
667610.69	1525689.5	3.4189	3.1802	4.1945	3.5979	0.0036	3.039E-05	2.125E-05
667483.73	1525371.8	3.0893	2.8809	3.8138	3.2613	0.0033	2.755E-05	1.926E-05
667440.32	1525195.9	3.1984	2.9777	3.9970	3.3910	0.0034	2.864E-05	2.003E-05
667311.73	1524877.4	3.0398	2.8377	3.7634	3.2136	0.0032	2.714E-05	1.898E-05
667177.24	1524439.2	3.4333	3.1895	4.1989	3.6072	0.0036	3.047E-05	2.131E-05
667108.56	1524446.3	0.6160	0.5364	0.5423	0.5649	0.0006	4.771E-06	3.337E-06
667233.7	1524437.9	0.6256	0.5278	0.5380	0.5638	0.0006	4.762E-06	3.330E-06

ตารางผนวกที่ ง11 (ต่อ)

พิกัด X	พิกัด Y	โทลูอิน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				ค่าเฉลี่ยโทลูอิน mg/m^3	ระยะเวลาการ รับสัมผัส 1 ชม	HI
		เมษายน	มิถุนายน	พฤศจิกายน	ค่าเฉลี่ย			
667668.13	1525690.2	0.6184	0.5235	0.5213	0.5544	0.0006	4.683E-06	3.275E-06
667515.32	1525701.2	0.4881	0.3943	0.3858	0.4227	0.0004	3.570E-06	2.497E-06
667407.94	1525128.2	1.9384	1.8037	2.2606	2.0009	0.0020	1.690E-05	1.182E-05
667367.66	1525041.8	2.9584	2.7472	3.6653	3.1236	0.0031	2.638E-05	1.845E-05
667394.5	1525063.3	3.1604	2.9475	3.9652	3.3577	0.0034	2.836E-05	1.983E-05
667351.77	1524959.6	2.9606	2.7608	3.6953	3.1389	0.0031	2.651E-05	1.854E-05
667273.96	1524745.7	2.6715	2.4970	3.2225	2.7970	0.0028	2.362E-05	1.652E-05
667457.29	1525272.3	2.1620	2.0211	2.5265	2.2365	0.0022	1.889E-05	1.321E-05
667418.52	1525165.3	2.5045	2.3411	3.0774	2.6410	0.0026	2.231E-05	1.560E-05
667214.73	1524577.5	2.9464	2.7424	3.5939	3.0942	0.0031	2.613E-05	1.828E-05
667301.34	1524822.5	2.5952	2.4297	3.0945	2.7065	0.0027	2.286E-05	1.599E-05
667256.75	1524692.2	2.2217	2.0795	2.5693	2.2902	0.0023	1.934E-05	1.353E-05
667186.42	1524494.4	3.0293	2.8739	3.6906	3.1979	0.0032	2.701E-05	1.889E-05

ตารางผนวกที่ 12 ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงที่ใช้ในการประเมินที่เส้นความเสี่ยง ของสารเอทิลเบนซีน

พิกัด X	พิกัด Y	เอทิลเบนซีน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				ค่าเฉลี่ยเอทิลเบนซีน (mg/m^3)	ระยะเวลาการรับสัมผัส 1 ชม	HI
		เมษายน	มิถุนายน	พฤศจิกายน	ค่าเฉลี่ย			
667510.19	1525628.6	0.0111	0.0100	0.0113	0.0108	1.081E-05	9.134E-08	3.194E-07
667554.75	1525631.8	0.0118	0.0107	0.0122	0.0116	1.156E-05	9.762E-08	3.413E-07
667444.95	1525163.6	0.0114	0.0104	0.0122	0.0114	1.137E-05	9.604E-08	3.358E-07
667405.28	1525167.4	0.0124	0.0113	0.0132	0.0123	1.228E-05	1.037E-07	3.627E-07
667246.22	1524606.1	0.0204	0.0186	0.0235	0.0209	2.086E-05	1.761E-07	6.159E-07
667226.62	1524701.7	0.0096	0.0088	0.0098	0.0094	9.410E-06	7.948E-08	2.779E-07
667593.28	1525689.9	0.0308	0.0286	0.0374	0.0322	3.225E-05	2.724E-07	9.524E-07
667500.47	1525371.4	0.0319	0.0296	0.0394	0.0336	3.364E-05	2.841E-07	9.933E-07
667422.2	1525195.2	0.0283	0.0263	0.0352	0.0300	2.996E-05	2.531E-07	8.848E-07
667327.81	1524878	0.0314	0.0291	0.0388	0.0331	3.308E-05	2.794E-07	9.769E-07
667162.06	1524439.5	0.0310	0.0287	0.0376	0.0324	3.244E-05	2.740E-07	9.579E-07
667625.75	1525654	0.0092	0.0083	0.0089	0.0088	8.820E-06	7.449E-08	2.605E-07
667427.92	1525300.7	0.0082	0.0073	0.0079	0.0078	7.801E-06	6.589E-08	2.304E-07
667434.18	1525086.4	0.0080	0.0071	0.0079	0.0077	7.670E-06	6.478E-08	2.265E-07

ตารางผนวกที่ 12 (ต่อ)

พิกัด X	พิกัด Y	เอทิลเบนซีน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				ค่าเฉลี่ยเอทิลเบนซีน (mg/m^3)	ระยะเวลาการรับสัมผัส 1 ชม.	HI
		เมษายน	มิถุนายน	พฤศจิกายน	ค่าเฉลี่ย			
667298.64	1524930.2	0.0081	0.0073	0.0081	0.0078	7.847E-06	6.627E-08	2.317E-07
667315.78	1524736	0.0074	0.0066	0.0071	0.0070	7.024E-06	5.932E-08	2.074E-07
667188.37	1524582.2	0.0106	0.0095	0.0110	0.0104	1.037E-05	8.758E-08	3.062E-07
667375.72	1524932	0.0090	0.0080	0.0092	0.0087	8.725E-06	7.369E-08	2.577E-07
667242.71	1524776.6	0.0078	0.0069	0.0077	0.0074	7.445E-06	6.289E-08	2.199E-07
667248.08	1524517.7	0.0070	0.0062	0.0067	0.0066	6.620E-06	5.591E-08	1.955E-07
667610.69	1525689.5	0.0332	0.0305	0.0409	0.0349	3.488E-05	2.946E-07	1.030E-06
667483.73	1525371.8	0.0300	0.0277	0.0371	0.0316	3.161E-05	2.669E-07	9.334E-07
667440.32	1525195.9	0.0311	0.0286	0.0388	0.0329	3.287E-05	2.776E-07	9.706E-07
667311.73	1524877.4	0.0296	0.0272	0.0366	0.0311	3.113E-05	2.629E-07	9.194E-07
667177.24	1524439.2	0.0334	0.0306	0.0408	0.0349	3.493E-05	2.950E-07	1.032E-06
667108.56	1524446.3	0.0060	0.0052	0.0054	0.0055	5.499E-06	4.645E-08	1.624E-07
667233.7	1524437.9	0.0060	0.0051	0.0055	0.0055	5.504E-06	4.648E-08	1.625E-07

ตารางผนวกที่ 12 (ต่อ)

พิกัด X	พิกัด Y	เอทิลเบนซีน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				ค่าเฉลี่ยเอทิลเบนซีน (mg/m^3)	ระยะเวลาการรับสัมผัส 1 ชม	HI
		เมษายน	มิถุนายน	พฤศจิกายน	ค่าเฉลี่ย			
667668.13	1525690.2	0.0059	0.0050	0.0054	0.0055	5.454E-06	4.606E-08	1.611E-07
667515.32	1525701.2	0.0046	0.0038	0.0040	0.0041	4.122E-06	3.481E-08	1.217E-07
667407.94	1525128.2	0.0188	0.0173	0.0222	0.0194	1.943E-05	1.641E-07	5.737E-07
667367.66	1525041.8	0.0287	0.0264	0.0358	0.0303	3.030E-05	2.559E-07	8.948E-07
667394.5	1525063.3	0.0308	0.0283	0.0387	0.0326	3.261E-05	2.754E-07	9.631E-07
667351.77	1524959.6	0.0289	0.0265	0.0361	0.0305	3.049E-05	2.575E-07	9.004E-07
667273.96	1524745.7	0.0260	0.0240	0.0315	0.0272	2.719E-05	2.296E-07	8.029E-07
667457.29	1525272.3	0.0211	0.0194	0.0247	0.0217	2.171E-05	1.834E-07	6.412E-07
667418.52	1525165.3	0.0244	0.0225	0.0302	0.0257	2.571E-05	2.172E-07	7.593E-07
667214.73	1524577.5	0.0286	0.0264	0.0349	0.0300	2.996E-05	2.531E-07	8.848E-07
667301.34	1524822.5	0.0253	0.0232	0.0301	0.0262	2.620E-05	2.213E-07	7.737E-07
667256.75	1524692.2	0.0216	0.0199	0.0250	0.0222	2.217E-05	1.873E-07	6.549E-07
667186.42	1524494.4	0.0295	0.0271	0.0358	0.0308	3.080E-05	2.602E-07	9.096E-07

ตารางผนวกที่ 13 ผลการคำนวณค่าความเสี่ยงที่ใช้ในการประเมินที่เส้นความเสี่ยง ของสารไซลีน

พิกัด X	พิกัด Y	ไซลีน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				ค่าเฉลี่ยไซลีน (mg/m^3)	ระยะเวลาการ รับสัมผัส 1 ชม	HI
		เมษายน	มิถุนายน	พฤศจิกายน	ค่าเฉลี่ย			
667510.19	1525628.6	0.0196	0.0179	0.0201	0.0192	1.92E-05	1.619E-07	5.661E-06
667554.75	1525631.8	0.0208	0.0191	0.0217	0.0205	2.05E-05	1.733E-07	6.058E-06
667444.95	1525163.6	0.0202	0.0186	0.0218	0.0202	2.02E-05	1.704E-07	5.960E-06
667405.28	1525167.4	0.0219	0.0201	0.0234	0.0218	2.18E-05	1.841E-07	6.438E-06
667246.22	1524606.1	0.0362	0.0335	0.0418	0.0372	3.72E-05	3.141E-07	1.098E-05
667226.62	1524701.7	0.0172	0.0156	0.0174	0.0167	1.67E-05	1.414E-07	4.943E-06
667593.28	1525689.9	0.0551	0.0510	0.0666	0.0576	5.76E-05	4.861E-07	1.700E-05
667500.47	1525371.4	0.0571	0.0528	0.0701	0.0600	6E-05	5.069E-07	1.772E-05
667422.2	1525195.2	0.0507	0.0470	0.0626	0.0534	5.34E-05	4.512E-07	1.578E-05
667327.81	1524878	0.0561	0.0519	0.0690	0.0590	5.9E-05	4.983E-07	1.742E-05
667162.06	1524439.5	0.0554	0.0512	0.0668	0.0578	5.78E-05	4.882E-07	1.707E-05
667625.75	1525654	0.0162	0.0147	0.0161	0.0157	1.57E-05	1.323E-07	4.625E-06
667427.92	1525300.7	0.0143	0.0130	0.0141	0.0138	1.38E-05	1.166E-07	4.076E-06
667434.18	1525086.4	0.0140	0.0127	0.0141	0.0136	1.36E-05	1.149E-07	4.018E-06

ตารางผนวกที่ ง13 (ต่อ)

พิกัด X	พิกัด Y	ไซลีन ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				ค่าเฉลี่ยไซลีน (mg/m^3)	ระยะเวลาการ รับสัมผัส 1 ชม	HI
		เมษายน	มิถุนายน	พฤศจิกายน	ค่าเฉลี่ย			
667298.64	1524930.2	0.0144	0.0130	0.0143	0.0139	1.39E-05	1.174E-07	4.106E-06
667315.78	1524736	0.0130	0.0117	0.0126	0.0125	1.25E-05	1.053E-07	3.683E-06
667188.37	1524582.2	0.0187	0.0171	0.0191	0.0183	1.83E-05	1.543E-07	5.394E-06
667375.72	1524932	0.0158	0.0143	0.0160	0.0154	1.54E-05	1.300E-07	4.545E-06
667242.71	1524776.6	0.0137	0.0123	0.0132	0.0131	1.31E-05	1.105E-07	3.864E-06
667248.08	1524517.7	0.0122	0.0109	0.0115	0.0116	1.16E-05	9.759E-08	3.412E-06
667610.69	1525689.5	0.0592	0.0545	0.0725	0.0620	6.2E-05	5.241E-07	1.832E-05
667483.73	1525371.8	0.0533	0.0493	0.0656	0.0561	5.61E-05	4.738E-07	1.657E-05
667440.32	1525195.9	0.0553	0.0510	0.0687	0.0583	5.83E-05	4.927E-07	1.723E-05
667311.73	1524877.4	0.0524	0.0485	0.0647	0.0552	5.52E-05	4.663E-07	1.630E-05
667177.24	1524439.2	0.0592	0.0546	0.0724	0.0621	6.21E-05	5.244E-07	1.833E-05
667108.56	1524446.3	0.0105	0.0093	0.0096	0.0098	9.79E-06	8.267E-08	2.891E-06
667233.7	1524437.9	0.0103	0.0091	0.0096	0.0097	9.69E-06	8.189E-08	2.863E-06

ตารางผนวกที่ 13 (ต่อ)

พิกัด X	พิกัด Y	ไซลีิน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				ค่าเฉลี่ยไซลีิน (mg/m^3)	ระยะเวลาการ รับสัมผัส 1 ชม	HI
		เมษายน	มิถุนายน	พฤศจิกายน	ค่าเฉลี่ย			
667668.13	1525690.2	0.0102	0.0090	0.0094	0.0095	9.54E-06	8.057E-08	2.817E-06
667515.32	1525701.2	0.0080	0.0068	0.0068	0.0072	7.21E-06	6.093E-08	2.130E-06
667407.94	1525128.2	0.0332	0.0308	0.0391	0.0344	3.44E-05	2.903E-07	1.015E-05
667367.66	1525041.8	0.0506	0.0470	0.0630	0.0535	5.35E-05	4.522E-07	1.581E-05
667394.5	1525063.3	0.0546	0.0505	0.0682	0.0578	5.78E-05	4.879E-07	1.706E-05
667351.77	1524959.6	0.0512	0.0474	0.0635	0.0540	5.4E-05	4.565E-07	1.596E-05
667273.96	1524745.7	0.0461	0.0428	0.0555	0.0481	4.81E-05	4.065E-07	1.421E-05
667457.29	1525272.3	0.0373	0.0346	0.0438	0.0385	3.85E-05	3.255E-07	1.138E-05
667418.52	1525165.3	0.0432	0.0401	0.0530	0.0454	4.54E-05	3.838E-07	1.342E-05
667214.73	1524577.5	0.0508	0.0469	0.0619	0.0532	5.32E-05	4.494E-07	1.571E-05
667301.34	1524822.5	0.0448	0.0415	0.0533	0.0466	4.66E-05	3.933E-07	1.375E-05
667256.75	1524692.2	0.0384	0.0355	0.0445	0.0395	3.95E-05	3.332E-07	1.165E-05
667186.42	1524494.4	0.0523	0.0484	0.0635	0.0547	5.47E-05	4.622E-07	1.616E-05

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นางสาวพิมลา รัชฎาวรรณพงษ์
เกิดวันที่	16 มิถุนายน 2528
สถานที่เกิด	เขตพญาไท จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-