



บทที่ 4

วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ข้อมูลการทดลองเบื้องต้น

จากการศึกษาเครื่องมือ Realtime PAH Monitor PAS2000CE เบื้องต้น พร้อมทั้งทำการทดลองใช้เครื่องมือและเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องมือ 5 เครื่อง บริเวณนอกอาคาร หลังอาคาร ภาควิชาเทคโนโลยีภาพถ่ายและการพิมพ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วันที่ 13-16 กันยายน 2545 เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ค่าความเข้มข้นของ pPAHs ทั้ง 5 เครื่อง ผลการศึกษาเป็นค่าสัมประสิทธิ์เพื่อการตัดสินใจ (coefficient of determination: R^2) ความเข้มข้นของ pPAHs เฉลี่ย 1 ชั่วโมง ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าสัมประสิทธิ์เพื่อการตัดสินใจ (R^2) ระหว่างเครื่อง Realtime PAH Monitor PAS2000CE จำนวน 5 เครื่อง

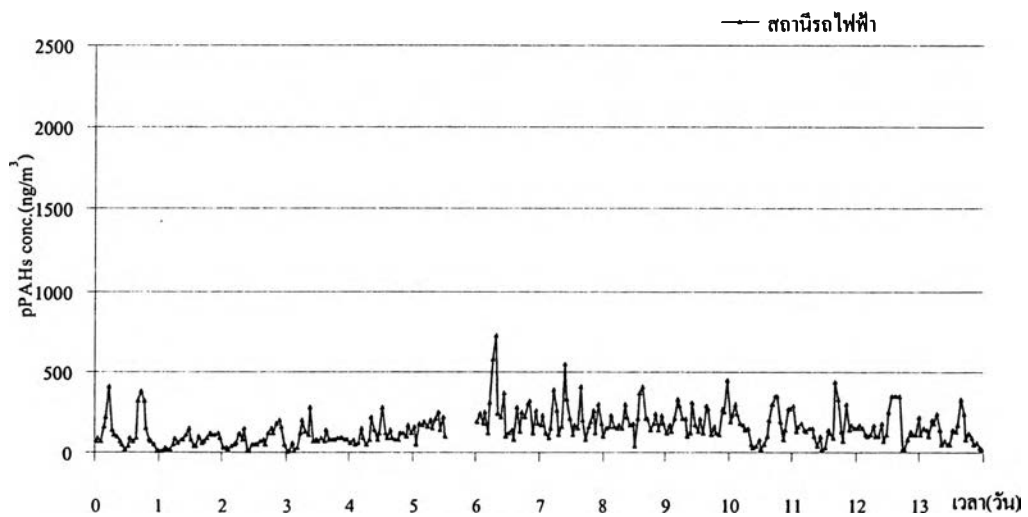
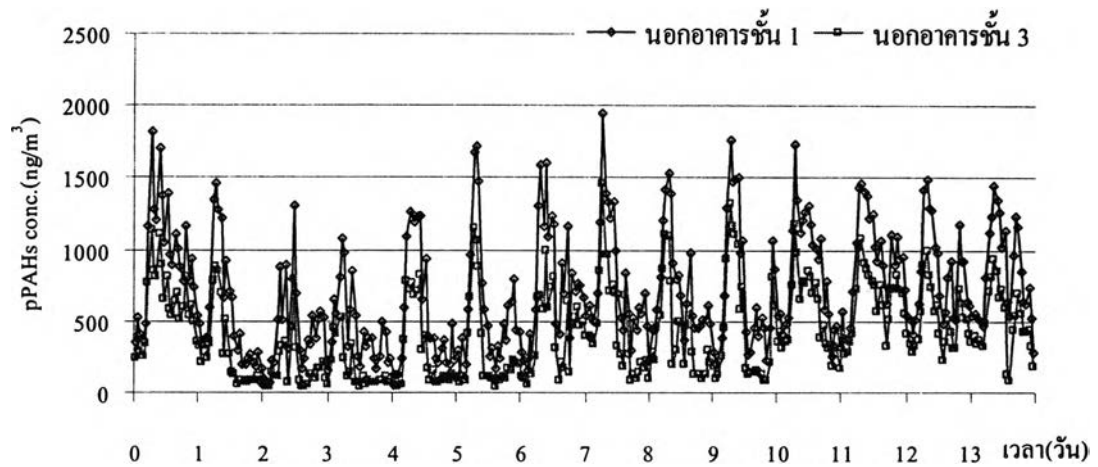
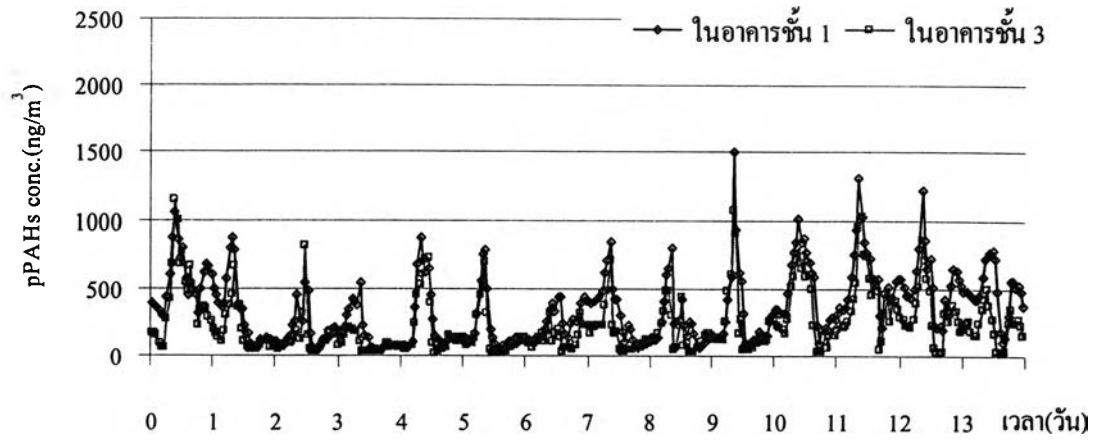
เครื่อง	1	2	3	4	5
1	1.00	0.9500	0.9507	0.9766	0.9002
2	0.9500	1.00	0.9673	0.9504	0.8825
3	0.9507	0.9673	1.00	0.9606	0.8620
4	0.9766	0.9504	0.9606	1.00	0.9025
5	0.9002	0.8825	0.8620	0.9025	1.00

จากตารางที่ 4.1 พบว่าค่า (R^2) ระหว่างเครื่องแต่ละเครื่องที่ใช้ในการศึกษา ให้ค่า (R^2) ค่อนข้างสูงและให้ผลของค่าความเข้มข้น pPAHs ที่ใกล้เคียงกัน แสดงว่า สามารถนำเครื่องทั้ง 5 เครื่อง มาศึกษาเปรียบเทียบความเข้มข้น pPAHs ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ได้

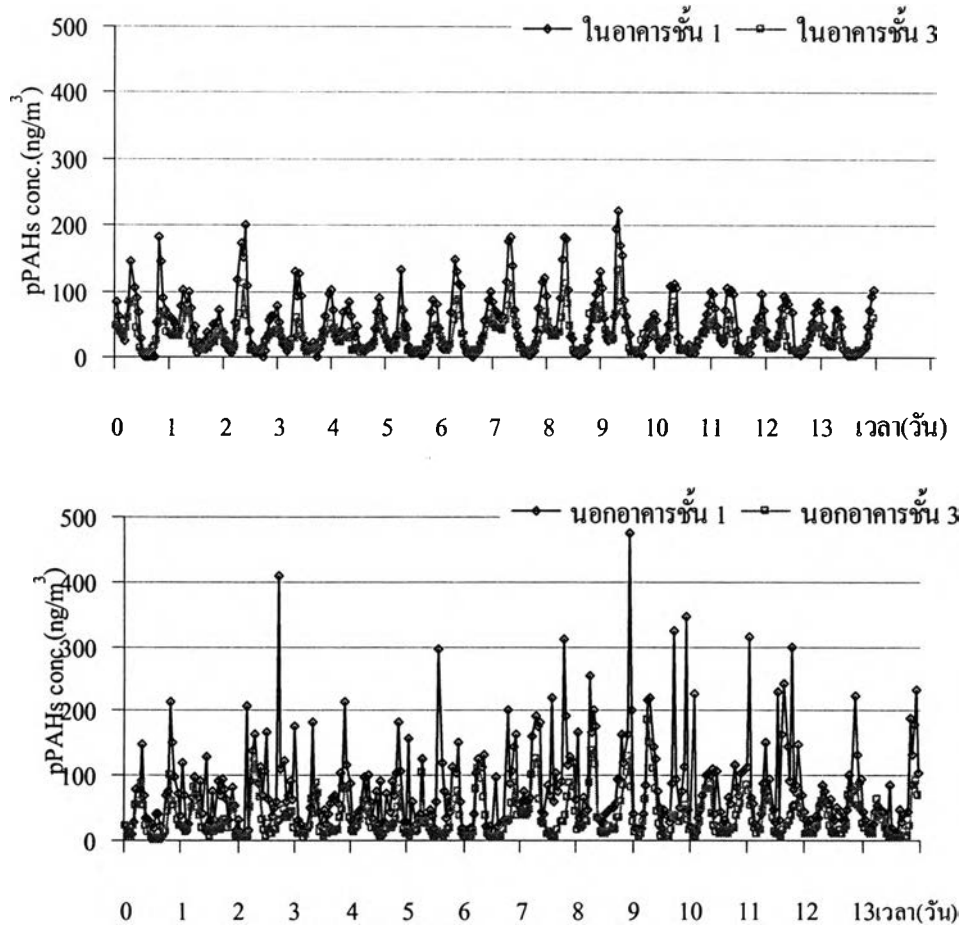
4.2 ความเข้มข้นของ pPAHs

ผลการศึกษการตรวจวัดความเข้มข้นของ pPAHs ในจุดตรวจวัดทั้งหมดประกอบด้วย บริเวณอาคารใกล้สถานีรถไฟ BTS (สถานีพระโขนง) และบริเวณพื้นที่เปรียบเทียบ โดยบริเวณ สถานีรถไฟฟ้ามหานครมีจุดติดตั้งเครื่องมือจำนวน 5 จุด ได้แก่ บริเวณนอกอาคารระดับพื้น (outdoor ground floor) นอกอาคารชั้น 3 (outdoor 3rd floor) ในอาคารระดับพื้น (indoor ground floor) ในอาคารชั้น 3 (indoor 3rd floor) และบริเวณสถานีรถไฟฟ้ามหานคร (ชั้น 2) ส่วนบริเวณพื้นที่เปรียบเทียบมีจุดติดตั้งเครื่องมือ 4 จุด ตำแหน่งเดียวกับบริเวณอาคารใกล้สถานีรถไฟ BTS โดยทำการเก็บตัวอย่างต่อเนื่อง ทุก ๆ 2 นาที ตลอด 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 14 วัน ความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงของ pPAHs ในแต่ละวัน

บริเวณอาคารใกล้สถานีรถไฟฟ้า BTS (23 กันยายน ถึง 6 ตุลาคม 2545) และ บริเวณพื้นที่เปรียบเทียบ (6 – 19 มกราคม 2546) สามารถแสดงในภาพที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.1 ความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงของ pPAHs ในแต่ละวันบริเวณอาคารใกล้สถานีรถไฟฟ้า BTS



ภาพที่ 4.2 ความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงของ pPAHs ในแต่ละวันบริเวณพื้นที่เปรียบเทียบ

จากภาพที่ 4.1 และ 4.2 เมื่อพิจารณาจากทั้ง 2 บริเวณ พบว่าแนวโน้มการเพิ่ม-ลด ความเข้มข้นของ pPAHs มีลักษณะที่คล้ายกันโดยค่าความเข้มข้นของ pPAHs สูงในช่วงเวลาเช้าประมาณ 6:00 – 9:00 นาฬิกา และลดลงในเวลากลางวัน ในตอนเย็นความเข้มข้นเพิ่มขึ้นมาเล็กน้อยสำหรับบริเวณพื้นที่เปรียบเทียบพบว่าแนวโน้มความเข้มข้นของ pPAHs ในเวลาตอนเย็นจะมีค่าสูงกว่าในช่วงเวลาเช้า

เมื่อนำความเข้มข้น pPAHs ในแต่ละจุดจากทั้ง 2 บริเวณมาพิจารณาค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง (หน่วย ng/m³) ดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่า ปริมาณความเข้มข้นบริเวณอาคารใกล้สถานีรถไฟฟ้า BTS มีความเข้มข้นสูงกว่าบริเวณพื้นที่เปรียบเทียบ ในพื้นที่ศึกษาทั้ง 2 บริเวณ ความเข้มข้นบริเวณนอกอาคารระดับพื้นมีความเข้มข้นสูงกว่าบริเวณอื่น ๆ และมีความเข้มข้นสูงสุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากตั้งอยู่ใกล้แหล่งกำเนิด pPAHs (การจราจร) เมื่อพิจารณาค่าอัตราส่วน ณ จุดตรวจวัดเดียวกัน ระหว่าง 2 บริเวณ พบว่า ค่าอัตราส่วนระหว่าง 2 บริเวณ จุดตรวจวัดในอาคารระดับพื้น ในอาคารชั้น 3 และนอกอาคารระดับพื้น มีค่าอัตราส่วนอยู่ในใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 7.16 – 8.88 ส่วนจุดนอกอาคารชั้น 3

มีค่าอัตราส่วนสูงสุด มีค่าเท่ากับ 12.09 แสดงว่า ความเข้มข้นจุดนอกอาคารชั้น 3 บริเวณอาคารใกล้สถานีรถไฟฟ้า มีค่ามากกว่าบริเวณพื้นที่เปรียบเทียบ เนื่องจากการกระจายตัวของ pPAHs บริเวณพื้นที่เปรียบเทียบ มีการกระจายตัวมากกว่าบริเวณอาคารใกล้สถานีรถไฟฟ้า เป็นผลมาจากบริเวณอาคารใกล้สถานีรถไฟฟ้ามีโครงสร้างปิดกั้นการกระจายตัวของมลสารในอากาศ แต่บริเวณพื้นที่เปรียบเทียบไม่มีโครงสร้างใด ๆ ปิดกั้นการกระจายตัวของมลสาร

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยและอัตราส่วนความเข้มข้นของ pPAHs บริเวณพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา	จุดตรวจวัดความเข้มข้น pPAHs	ค่าเฉลี่ย (mean) (ng/m ³)	อัตราส่วน*
อาคารใกล้สถานีรถไฟฟ้า BTS	ในอาคารระดับพื้น	352.37 ± 257.91	7.16
	ในอาคารชั้น 3	229.45 ± 214.98	7.34
	นอกอาคารระดับพื้น	717.66 ± 408.80	8.88
	นอกอาคารชั้น 3	412.74 ± 305.51	12.09
พื้นที่เปรียบเทียบ	ในอาคารระดับพื้น	49.22 ± 43.62	-
	ในอาคารชั้น 3	31.27 ± 22.91	-
	นอกอาคารระดับพื้น	80.80 ± 67.98	-
	นอกอาคารชั้น 3	34.14 ± 31.04	-

หมายเหตุ: * เปรียบเทียบ ณ จุดตรวจวัดเดียวกันระหว่าง 2 พื้นที่ศึกษา

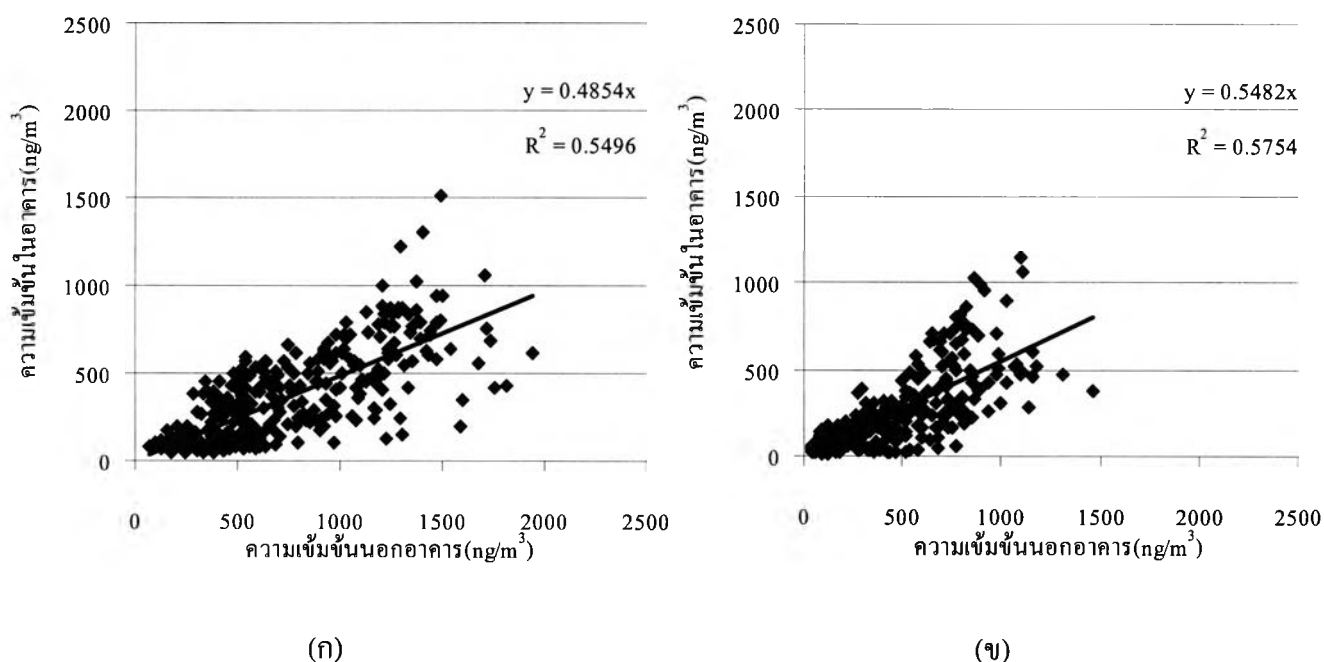
ในตารางที่ 4.3 แสดงค่าอัตราส่วนความเข้มข้น 2 บริเวณ โดยพบว่าบริเวณอาคารใกล้สถานีรถไฟฟ้า BTS ณ จุดนอกอาคารระดับพื้นมีความเข้มข้นเป็น 1.74 เท่า และ 2.04 เท่าของนอกอาคารชั้น 3 และในอาคารระดับพื้น ตามลำดับ ณ จุดนอกอาคารชั้น 3 เป็น 1.80 เท่าของในอาคารชั้น 3 และ ณ จุดในอาคารระดับพื้นมีความเข้มข้นเป็น 1.54 เท่าของในอาคารชั้น 3 ส่วนบริเวณพื้นที่เปรียบเทียบ ณ จุดนอกอาคารระดับพื้นมีความเข้มข้นเป็น 2.37 เท่า และ 1.64 เท่าของนอกอาคารชั้น 3 และในอาคารระดับพื้น ตามลำดับ และ ณ จุดนอกอาคารชั้น 3 เป็น 1.09 เท่าของในอาคารชั้น 3 และ ณ จุดในอาคารระดับพื้นมีความเข้มข้นเป็น 1.57 เท่าของในอาคารชั้น 3

ตารางที่ 4.3 อัตราส่วนระหว่างจุดตรวจวัดความเข้มข้น pPAHs บริเวณพื้นที่ศึกษา

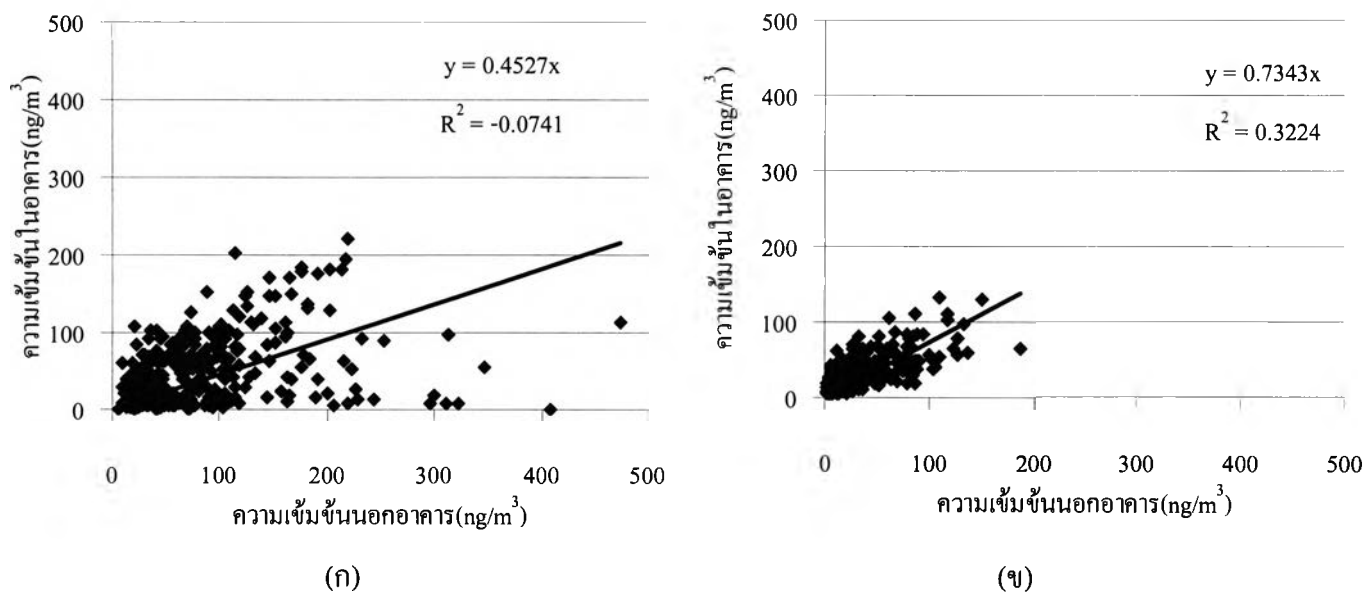
พื้นที่ศึกษา	ระดับการตรวจวัด	จุดตรวจวัดความเข้มข้น pPAHs	อัตราส่วน (ratio)
อาคารใกล้สถานีรถไฟฟ้า BTS	ระดับเดียวกัน	นอกอาคารระดับพื้นต่อในอาคารระดับพื้น	2.04
		นอกอาคารชั้น 3ต่อในอาคารชั้น 3	1.80
	ต่างระดับ	ในอาคารระดับพื้นต่อในอาคารชั้น 3	1.54
		นอกอาคารระดับพื้นต่อนอกอาคารชั้น 3	1.74
พื้นที่เปรียบเทียบ	ระดับเดียวกัน	นอกอาคารระดับพื้นต่อในอาคารระดับพื้น	1.64
		นอกอาคารชั้น 3ต่อในอาคารชั้น 3	1.09
	ต่างระดับ	ในอาคารระดับพื้นต่อในอาคารชั้น 3	1.57
		นอกอาคารระดับพื้นต่อนอกอาคารชั้น 3	2.37

4.3 ความสัมพันธ์ความเข้มข้น pPAHs ระหว่างนอกอาคารและในอาคาร

จากค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงของความเข้มข้น pPAHs ที่ตรวจวัดจากทั้ง 2 พื้นที่ที่ทำการศึกษา ณ จุดตรวจวัดบริเวณนอกอาคารและในอาคารทั้ง 2 ระดับความสูงได้นำมาพิจารณาความสัมพันธ์ (correlation) ผลการศึกษาสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4.3 และ 4.4



ภาพที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ pPAHs ที่ตรวจวัดนอกอาคารและในอาคาร บริเวณ อาคารใกล้สถานีรถไฟฟ้า BTS ที่ระดับพื้น (ก) และชั้น 3 (ข)



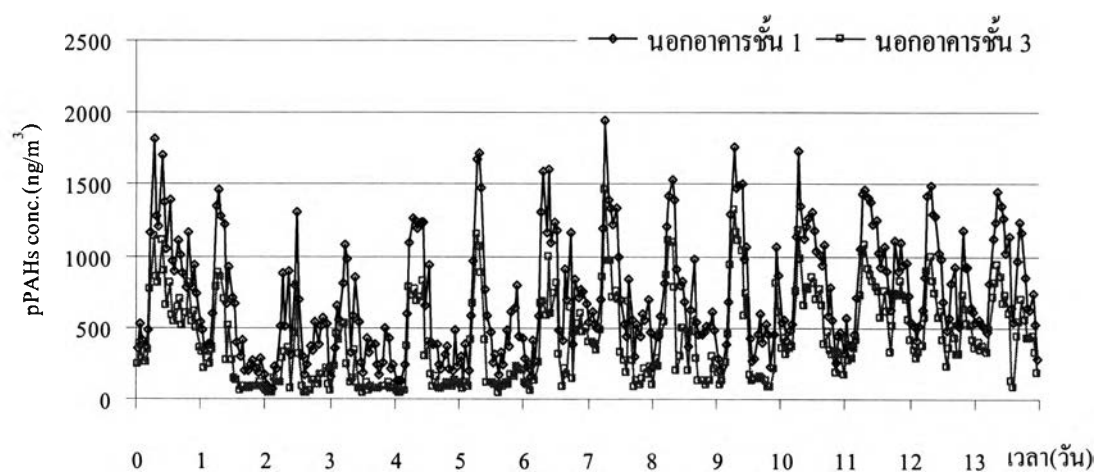
ภาพที่ 4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ pPAHs ที่ตรวจวัดนอกรอาคารและในอาคาร บริเวณพื้นที่เปรียบเทียบ ที่ระดับพื้น (ก) และชั้น 3 (ข)

จากภาพที่ 4.3 (ก) และ (ข) ค่าสัมประสิทธิ์เพื่อการตัดสินใจ (coefficient of determination: R^2) ของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นบริเวณนอกรอาคารและในอาคารระดับพื้น และระดับชั้น 3 ในพื้นที่ศึกษาของสถานีรถไฟฟ้า BTS เท่ากับ 0.5496 และ 0.5754 ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาบริเวณนอกรอาคารและในอาคารระดับพื้นในช่วงความเข้มข้นระหว่าง 200-700 ng/m^3 พบว่า ความเข้มข้นนอกรอาคารมีค่าสูงกว่าในอาคารมาก เนื่องจากเป็นช่วงเวลากลางคืน และวันปิดทำการหรือวันหยุดของร้าน มีการปิดประตูตลอดเวลาจึงทำให้ความเข้มข้นนอกรอาคารสูงกว่าในอาคารค่อนข้างมาก

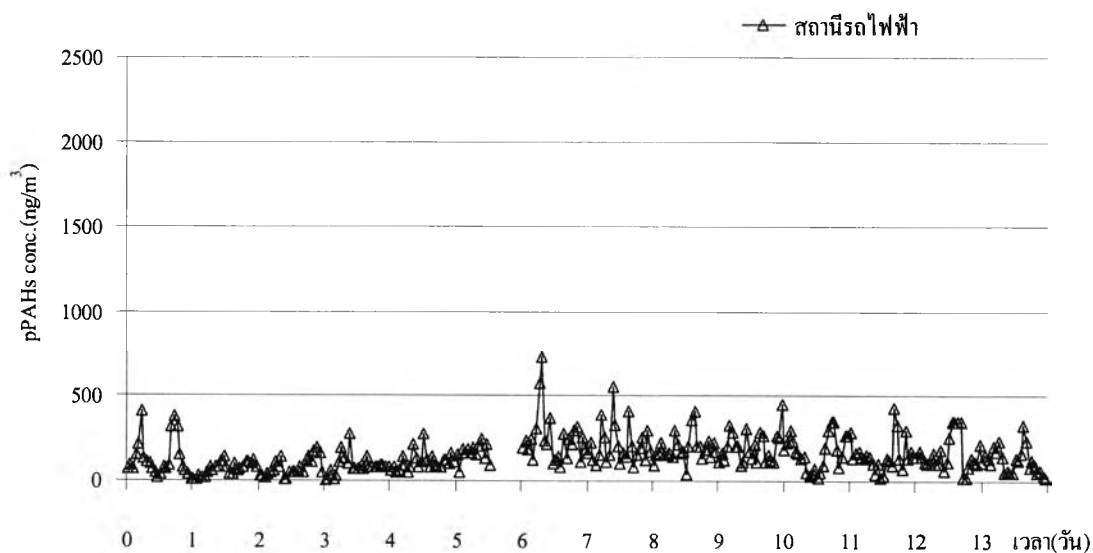
เมื่อพิจารณาในลักษณะเดียวกันที่พื้นที่เปรียบเทียบ ดังแสดงในภาพ 4.4 (ก) และ (ข) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์เพื่อการตัดสินใจที่ระดับพื้นและระดับชั้น 3 มีค่าเท่ากับ -0.0741 และ 0.3224 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบแล้วจะพบว่าค่า R^2 บริเวณใกล้สถานีรถไฟฟ้า BTS มีค่าสูงกว่า บริเวณพื้นที่เปรียบเทียบ โดยเฉพาะที่ระดับพื้นของ บริเวณพื้นที่เปรียบเทียบ มีค่าน้อย แสดงว่าค่าความเข้มข้นทั้ง 2 จุดตรวจวัดมีความสัมพันธ์กันน้อยหรือแทบจะไม่มีความสัมพันธ์กัน ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างของโครงสร้างบริเวณใกล้เคียง เพราะอาคารใกล้สถานีรถไฟฟ้า BTS มีโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าปิดกั้นทำให้ถนนมีโครงสร้างปิดมีลักษณะคล้ายกล่อง ทำให้โอกาสการแพร่กระจายของ pPAHs เกิดขึ้นน้อย และ pPAHs สามารถแพร่กระจายเข้าสู่อาคารมากกว่าออกสู่ภายนอกที่อยู่เหนืออาคาร ส่วนบริเวณพื้นที่เปรียบเทียบที่ไม่มีโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า BTS ปิดกั้น ทำให้บริเวณโดยรอบมีโครงสร้างที่บรรยากาศสามารถกระจายตัวได้ดี/เปิดโล่ง จึงทำให้การแพร่กระจายของ pPAHs เกิดขึ้นได้ดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chan และ Kwork (2000) ซึ่งศึกษาการแพร่กระจายของมลสารในอากาศตามแนวระดับความสูง พบว่าความเข้มข้นของมลสารในอากาศลดลงตามความสูง การแพร่กระจายขึ้นกับความเร็วและทิศทางลม และขนาดของอนุภาค

4.4 การเคลื่อนที่ของ pPAHs ตามระดับความสูง (vertical pPAHs concentration profile)

จากการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดความเข้มข้น pPAHs บริเวณนอกรถไฟระดับพื้น นอกรถไฟชั้น 3 และบริเวณชั้น 2 ของสถานีรถไฟฟ้า BTS (ห้องตัว) สามารถนำความเข้มข้นทั้ง 3 ระดับมาพิจารณาเพื่อทราบการแพร่กระจายของ pPAHs ตามระดับความสูง (vertical profile) ผลการศึกษาแสดงดังภาพที่ 4.5



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.5 ความเข้มข้นของ pPAHs ตามระดับความสูง

จากภาพที่ 4.5 พบว่าความเข้มข้นของ pPAHs จากภายนอกอาคารระดับพื้น นอกอาคารชั้น 3 และบริเวณชั้น 2 ของสถานีรถไฟฟ้า BTS ลดลงตามความสูง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Chan และ Kwork (2000) ศึกษาการแพร่กระจายอนุภาคขนาดเล็กในอากาศ พบว่าบริเวณถนนที่มีโครงสร้างที่มีลักษณะเป็น street canyons (ซึ่งคล้ายกับถนนบริเวณที่ทำการศึกษา) ความเข้มข้นของอนุภาคในอากาศจะลดลงตามความสูง และเป็นที่ยอมรับว่าความเข้มข้นของ pPAHs บริเวณภายในสถานีรถไฟฟ้า BTS มีความเข้มข้น pPAHs น้อย (ตารางที่ 4.4) และอยู่ในระดับคงที่ อาจเนื่องจากถูกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าปิดกั้นการแพร่กระจาย ทำให้ pPAHs ในอากาศแพร่กระจายขึ้นไปได้น้อยมาก จึงทำให้ความเข้มข้นบริเวณใต้สถานีมีความเข้มข้นสูงกว่าบริเวณสถานีรถไฟฟ้าประมาณ 5 เท่า และ ความเข้มข้นบริเวณนอกอาคารชั้น 3 มีความเข้มข้นสูงกว่าบริเวณชั้น 2 ของสถานีรถไฟฟ้าประมาณ 3 เท่า

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย และอัตราส่วนความเข้มข้นทั้ง 3 จุดตรวจวัด

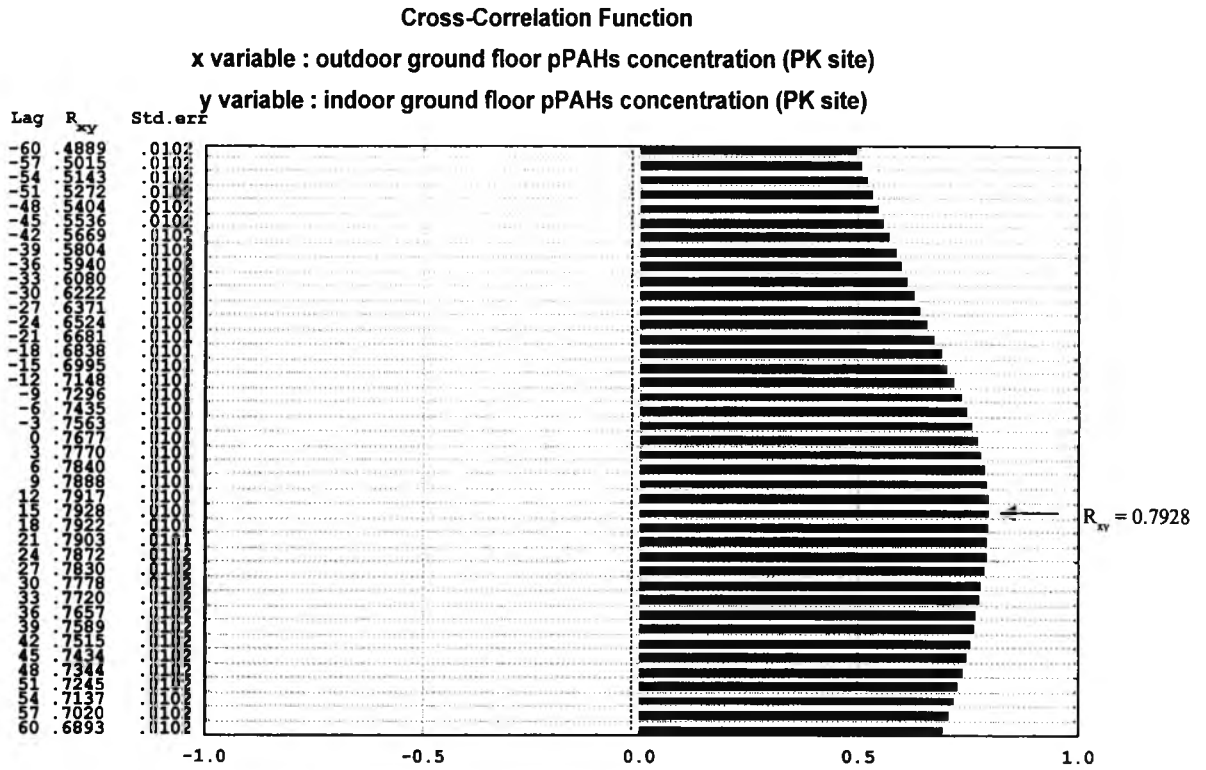
จุดตรวจวัด	นอกอาคารระดับพื้น	นอกอาคารชั้น 3	สถานีรถไฟฟ้า BTS
ค่าเฉลี่ย (mean)(ng/m ³)	717.66 ± 408.80	412.74 ± 305.51	150.29 ± 101.97
อัตราส่วน (ratio)*	4.78	2.75	1.00

หมายเหตุ : * เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นที่บริเวณชั้น 2 ของสถานีรถไฟฟ้า BTS

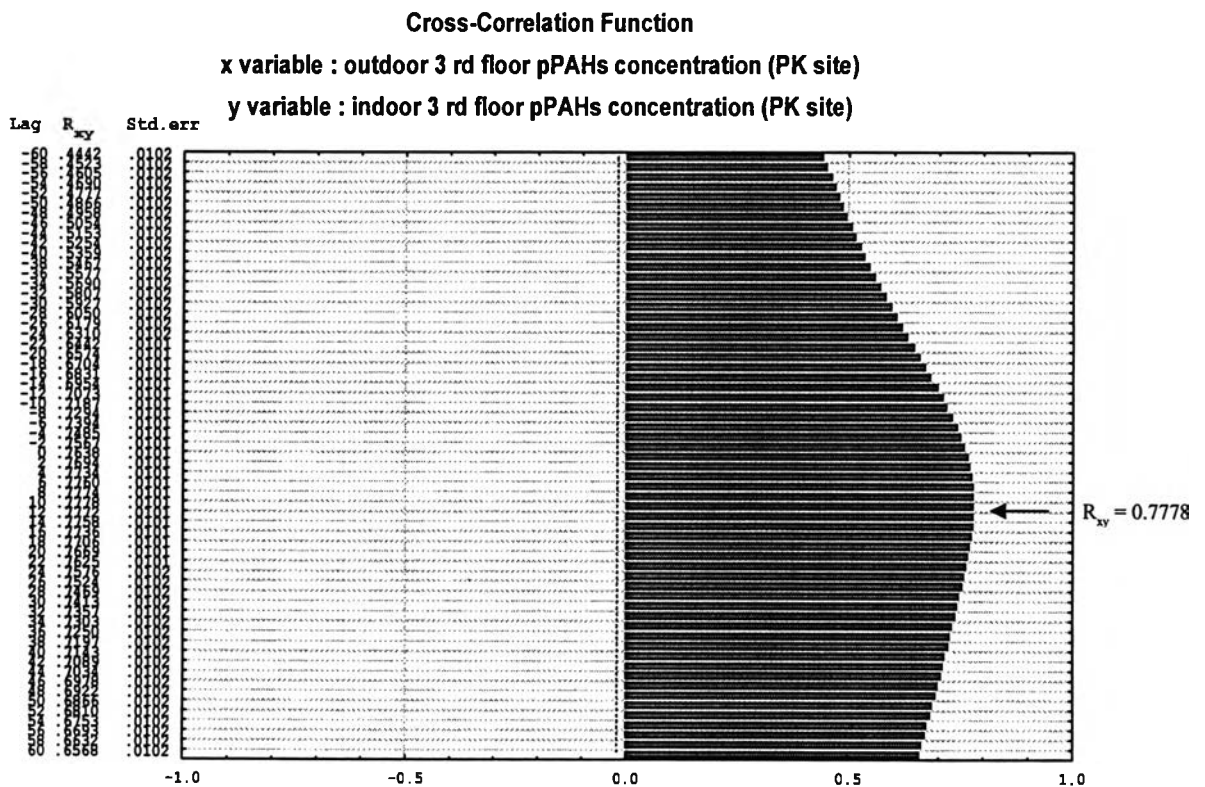
4.5 การเคลื่อนที่ของ pPAHs จากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารบริเวณใกล้สถานีรถไฟฟ้า BTS

การพิจารณาการเคลื่อนที่ของ pPAHs จะนำความเข้มข้นกับช่วงเวลาหาความสัมพันธ์เพื่อนำมาใช้บอกทิศทางการแพร่กระจายหรือเส้นทางการเคลื่อนที่ของมลสารในอากาศ (correlation tracking) โดยนำค่าความเข้มข้นในแต่ละจุดตรวจวัดมาเปรียบเทียบและมีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อหา delay time ซึ่งสามารถบอกทิศทางการเคลื่อนที่ของมลสาร การศึกษานี้ใช้โปรแกรม Statistica มาใช้ในการวิเคราะห์ทิศทางการเคลื่อนที่ของ pPAHs ในอากาศ ข้อมูลที่ใช้กับโปรแกรม Statistica ใช้ข้อมูลความเข้มข้น pPAHs เฉลี่ย 2 นาที (ที่ผ่านการหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ : moving average) มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบ Cross-correlation การวิเคราะห์แยกออกเป็น 2 ระดับความสูง

- 1) ความสัมพันธ์ที่ระดับความสูงเดียวกัน
 - บริเวณนอกอาคารและในอาคารที่ความสูงระดับพื้น
 - บริเวณนอกอาคารและในอาคารที่ความสูงตึก 3 ชั้น
- 2) ความสัมพันธ์ที่ต่างระดับความสูง
 - บริเวณในอาคารที่ความสูงระดับพื้นและชั้น 3
 - บริเวณนอกอาคารที่ความสูงระดับพื้นและชั้น 3

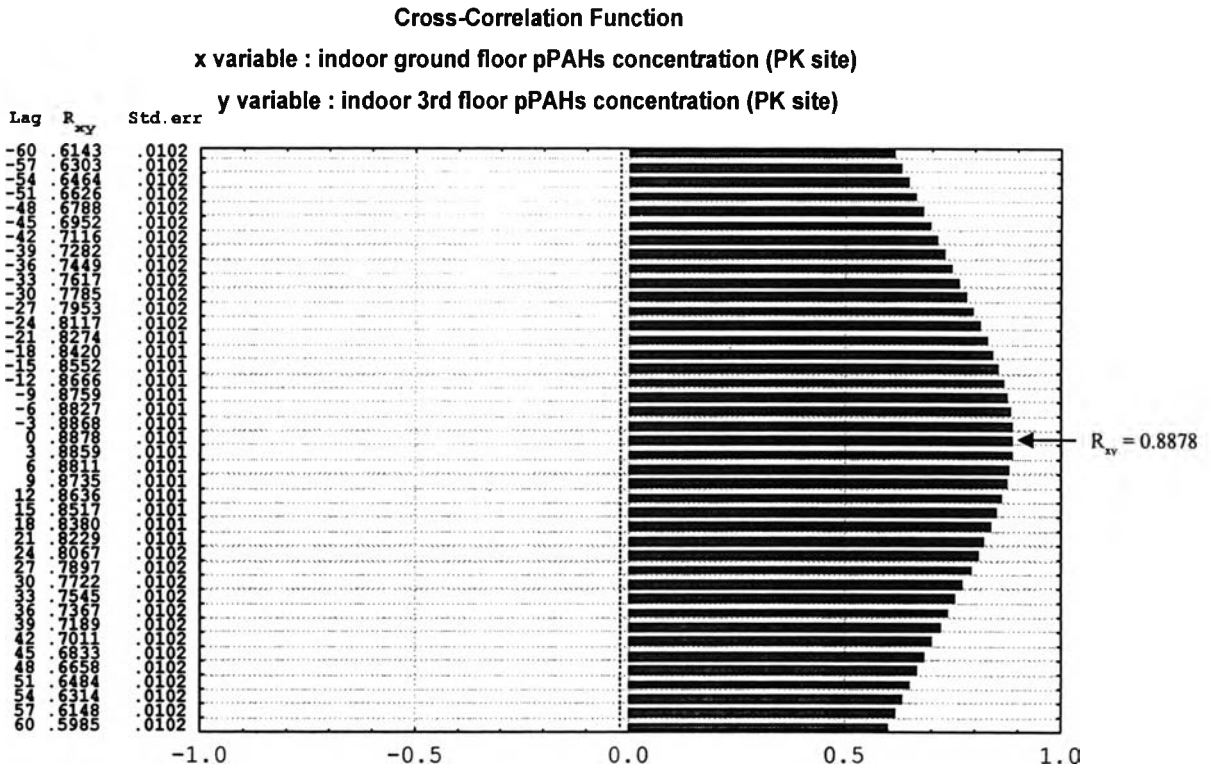


(ก)

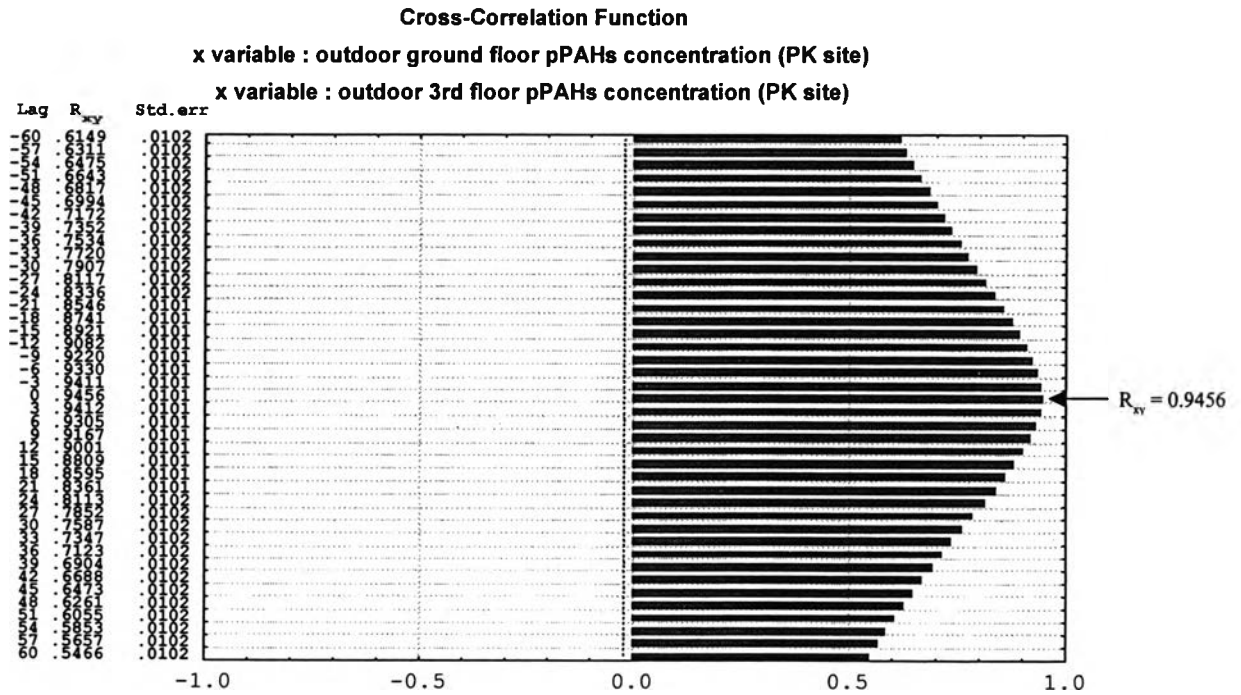


(ข)

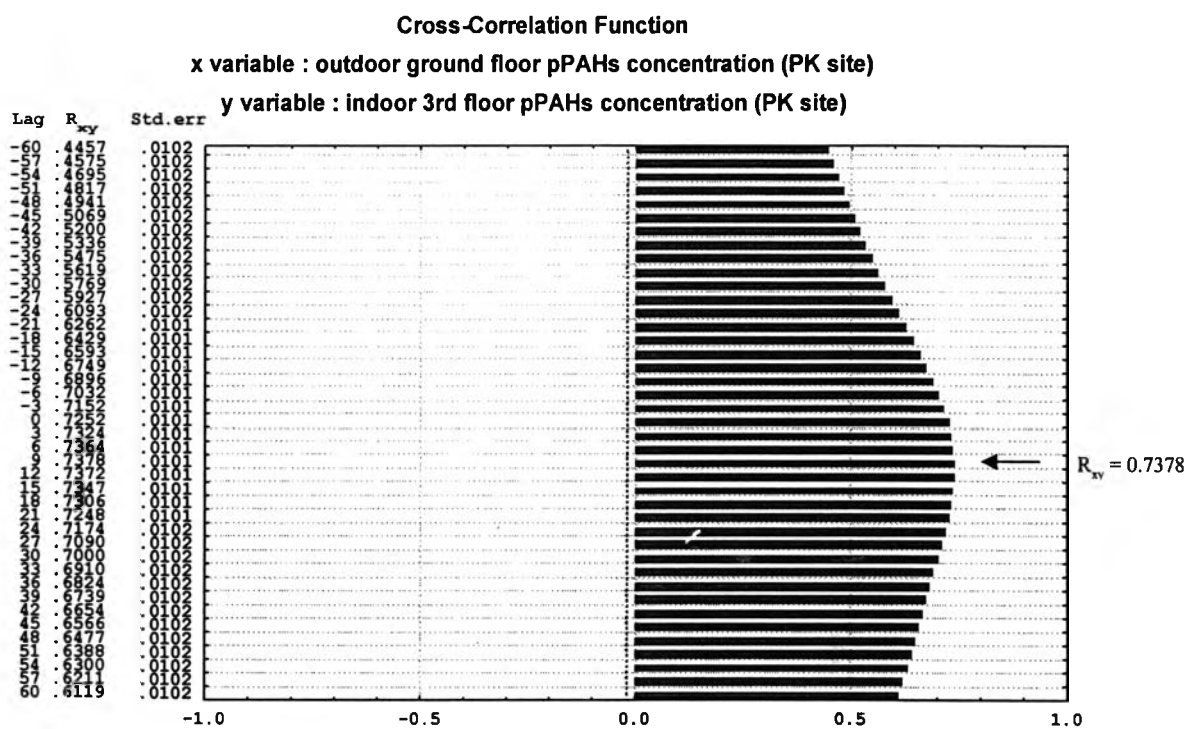
ภาพที่ 4.6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบ Cross-correlation ของความเข้มข้นของ pPAHs ระหว่างนอกและในอาคารที่ระดับเดียวกัน ระดับพื้น (ก) ชั้น 3 (ข)



(n)



(q)



(ค)

ภาพที่ 4.7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้จากค่าจากการวิเคราะห์แบบ Cross-correlation ของความเข้มข้นของ pPAHs ระหว่างนอกและในอาคารที่ต่างระดับเดียว ในอาคาร (ก) นอกอาคาร (ข) นอกอาคารและในอาคาร (ค)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของความเข้มข้น pPAHs ระหว่างบริเวณนอกอาคารและในอาคารระดับพื้น พบว่ามีความสัมพันธ์กันมากที่สุด ($R_{xy} = 0.7928$) ดังแสดงในภาพที่ 4.6 (ก) เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที (เทียบจากจุดต่างของข้อมูลคือ ทุก ๆ 2 นาที พบว่า Lag = 15 ณ การศึกษาที่ 1 Lag = 2 นาที) แสดงให้เห็นว่า ระยะเวลาที่อนุภาคฝุ่นที่ดูดซับ pPAHs เคลื่อนที่และสะสมจากนอกอาคารมายังในอาคารที่ระดับพื้นใช้เวลา ประมาณ 30 นาที และเมื่อพิจารณาระหว่างบริเวณนอกอาคารและในอาคารชั้น 3 พบว่าความสัมพันธ์มากที่สุด ($R_{xy} = 0.7778$) ที่ค่าต่างของเวลา 20 นาที (ดังแสดงในภาพที่ 4.6 (ข)) แสดงว่า ระยะเวลาที่ pPAHs เคลื่อนที่และสะสมจากนอกอาคารมายังในอาคาร ชั้น 3 ใช้เวลา ประมาณ 20 นาที

โดยทั่วไป การเคลื่อนที่ของอากาศภายนอกจะเคลื่อนตัวจากด้านล่างลอยตัวขึ้นด้านบน และเคลื่อนที่ไปตามทิศทางลม จึงสามารถพัดพามลสารในอากาศกระจายออกไปตามการเคลื่อนที่ของอากาศบริเวณนั้น ๆ แต่เนื่องจากอากาศมีความแปรปรวน มลสารในอากาศจึงอาจกระจายออกไปทั้งแนวตั้งและแนวนอน (วงศ์พันธ์ และคณะ , 2543) แต่ลักษณะการเคลื่อนที่ของอากาศภายในอาคารจะแตกต่างไปจากภายนอกอาคาร เนื่องจากอุณหภูมิภายในอาคารค่อนข้างคงที่ ซึ่งทำให้ลดความแปรปรวนของอากาศและลดการเคลื่อนที่ในแนวนอน (Meyer, 1983) อากาศภายในอาคารจึงมีการเคลื่อนที่ในแนวตั้งเป็นส่วนใหญ่ จากภาพที่ 4.7 (ก) ค่า R_{xy} มีค่าสูงสุด 0.8878 ที่ Lag = 0 แสดงถึง

เคลื่อนที่ในแนวตั้งเป็นส่วนใหญ่ จากภาพที่ 4.7 (ก) ค่า R_{xy} มีค่าสูงสุด 0.8878 ที่ $Lag = 0$ แสดงถึงความเข้มข้น pPAHs ระหว่างบริเวณในอาคารระดับพื้นและในอาคารชั้น 3 มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดที่เวลาเดียวกัน โดยไม่มีช่วงต่างของเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง ($Lag = 0$) บ่งบอกการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นภายในอาคารที่ระดับต่างกันนั้น ไม่ได้มีผลมาจากการเคลื่อนตัวของอากาศภายในอาคาร

เมื่อพิจารณาบริเวณภายนอกอาคารพบว่า ค่า R^2 สูงสุด 0.9456 ที่ $Lag = 0$ (ภาพที่ 4.7 (ข)) ความสัมพันธ์ของความเข้มข้น pPAHs ระหว่างบริเวณนอกอาคารระดับพื้นและนอกอาคารชั้น 3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ความเข้มข้น pPAHs ที่ระดับความสูงต่างกันคือ ระดับพื้นและชั้น 3 มีความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นไปในทางเดียวกันโดยไม่มีช่วงต่างของเวลาที่บ่งบอกถึงการเคลื่อนที่ของสารทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมลสารเคลื่อนที่ตามแนวตั้งมากกว่าแนวนอน ซึ่งอาจเป็นอิทธิพลมาจากโครงสร้างของสถานีรถไฟฟ้า pPAHs จึงเคลื่อนที่ขึ้นข้างบนโดยทันทีจึงทำให้ไม่มีช่วงต่างของเวลาภายในเวลา 2 นาที (มีช่วงต่างของเวลาน้อยกว่า 2 นาที)

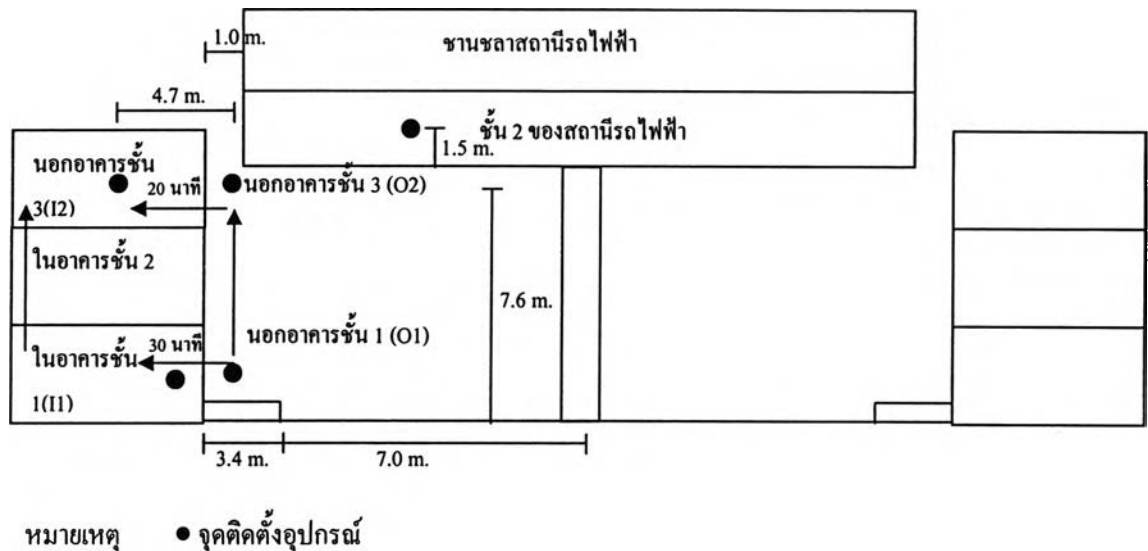
ภาพที่ 4.7 (ค) ค่า R_{xy} มีค่าสูงสุด 0.7378 ที่ $Lag = 9$ แสดงถึงความเข้มข้น pPAHs บริเวณนอกอาคารระดับพื้นและในอาคารชั้น 3 มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดเมื่อเวลาผ่านไป 18 นาที ($Lag = 9$) หมายถึง ระยะเวลาที่ pPAHs เคลื่อนที่และสะสมจากนอกอาคารระดับพื้นมายังในอาคารชั้น 3 ใช้เวลาประมาณ 18 นาที ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับความสัมพันธ์ระดับเดียวกัน (ที่ระดับชั้น 3) จากผลการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปความสัมพันธ์ได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่า R_{xy} Lag และระยะเวลาในแต่ละจุดตรวจวัด

ระดับ	จุดตรวจวัด	ค่า R_{xy}	Lag	ระยะเวลา (นาที)
ระดับเดียวกัน	นอกอาคารและในอาคารที่ความสูงระดับพื้น	0.7928	15	30
	นอกอาคารและในอาคารที่ความสูงตึก 3 ชั้น	0.7778	10	20
ต่างระดับ	บริเวณในอาคารที่ความสูงระดับพื้นและชั้น 3	0.8887	0	0
	บริเวณนอกอาคารที่ความสูงระดับพื้นและชั้น 3	0.9456	0	0
	บริเวณนอกอาคารที่ความสูงระดับพื้นและในอาคารที่ความสูงตึก 3 ชั้น	0.7378	9	18

จากช่วงต่างของเวลาที่ได้ระหว่างความเข้มข้นของ pPAHs ที่จุดต่าง ๆ สามารถสรุปเส้นทางการเคลื่อนที่และสะสมของ pPAHs จากนอกอาคารระดับพื้นเข้าสู่ในอาคารชั้น 3 ได้ ดังนี้ pPAHs ในอากาศเคลื่อนที่และสะสมจากนอกอาคารระดับพื้นแล้วลอยสูงขึ้นไปนอกอาคารชั้น 3 จากนั้นจึงเข้าสู่ในอาคารชั้น 3 ทั้งนี้เพราะว่า ระยะเวลาการเคลื่อนที่และสะสมของ pPAHs จากนอกอาคารเข้าสู่ใน

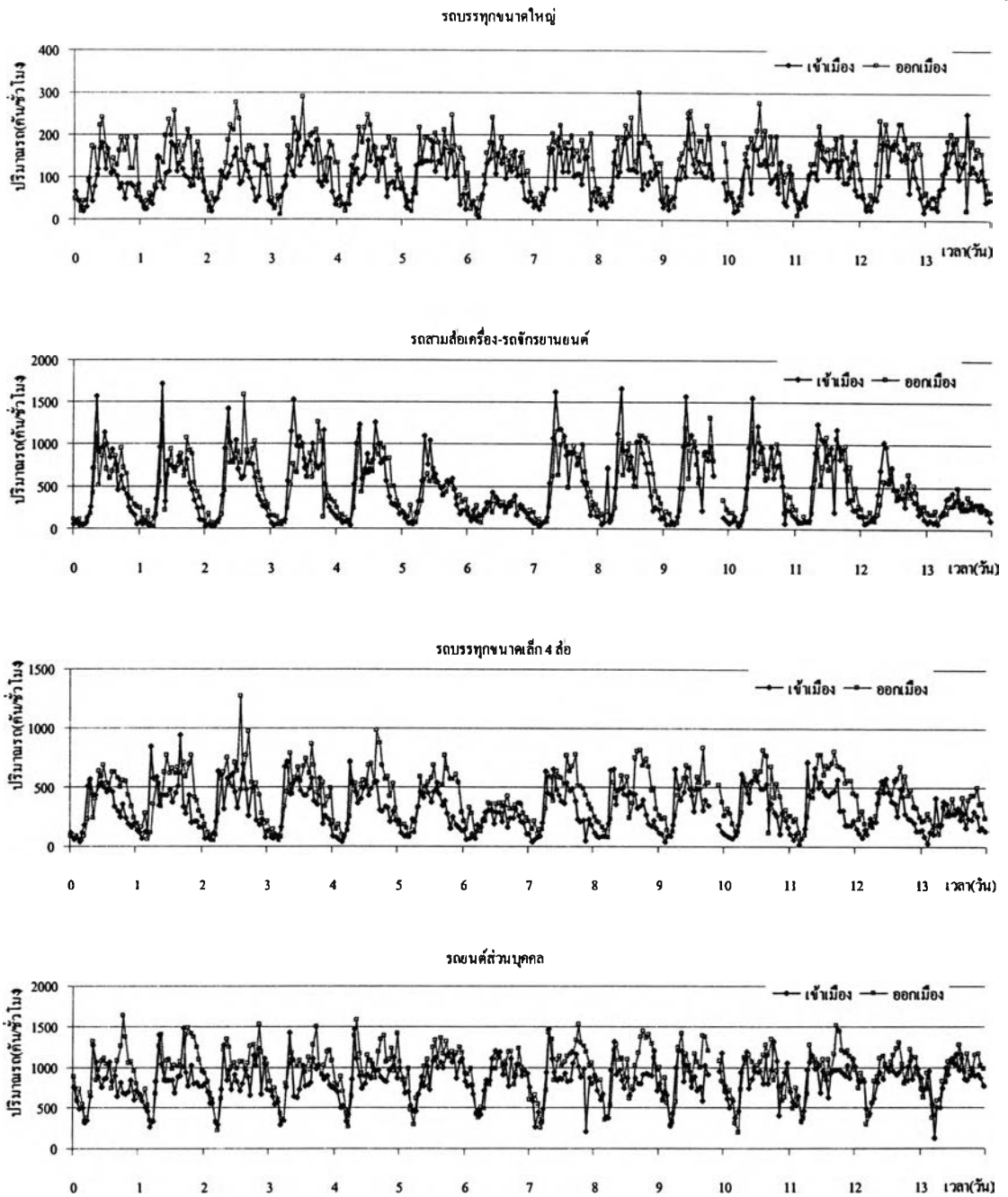
อาคารระดับพื้น ประมาณ 30 นาที มากกว่าระยะเวลาการเคลื่อนที่ของ pPAHs จากนอกอาคารชั้น 3 เข้าสู่ในอาคารชั้น 3 ประมาณ 20 นาที



ภาพที่ 4.8 เส้นทางการเคลื่อนที่ของ pPAHs

4.6 ความเข้มข้นของ pPAHs กับการจราจร

ระหว่างการตรวจวัดความเข้มข้น pPAHs ในอากาศ ได้ทำการเก็บข้อมูลจราจรบนถนน สุขุมวิท (เฉพาะบริเวณที่ทำการศึกษา) ระหว่างวันที่ 23 กันยายน ถึงวันที่ 6 ตุลาคม 2545 (ดังแสดงใน ภาคผนวก ก) การเก็บข้อมูลจราจรแบ่งประเภทรถออกเป็น 4 ประเภทได้แก่ รถบรรทุกขนาดใหญ่-รถโดยสารประจำทางและไม่ประจำทาง รถสามล้อเครื่อง-รถจักรยานยนต์ รถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ -รถตู้ และรถยนต์ส่วนบุคคล ซึ่งผลการตรวจนับปริมาณรถประเภทต่าง ๆ ทั้งถนนฝั่งเข้าเมืองและฝั่งออกเมืองแสดงดังภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 ปริมาณรถประเภทต่างๆ ทั้งถนนฝั่งเข้าเมืองและฝั่งออกเมือง

จากภาพที่ 4.9 พบว่าแนวโน้มปริมาณรถแต่ละประเภทเหมือนกันในแต่ละวัน โดยถนนฝั่งเข้าเมืองปริมาณรถมากในช่วงเวลาเช้า (7:00 – 10:00 นาฬิกา) ซึ่งเป็นช่วงเวลาเร่งด่วนและลดลงในตอนกลางวันจนถึงเย็น ส่วนถนนฝั่งออกเมือง ปริมาณรถมากตั้งแต่เวลาบ่ายจนถึงเย็น ซึ่งเป็นช่วงเวลาเลิกงานและเดินทางกลับบ้าน

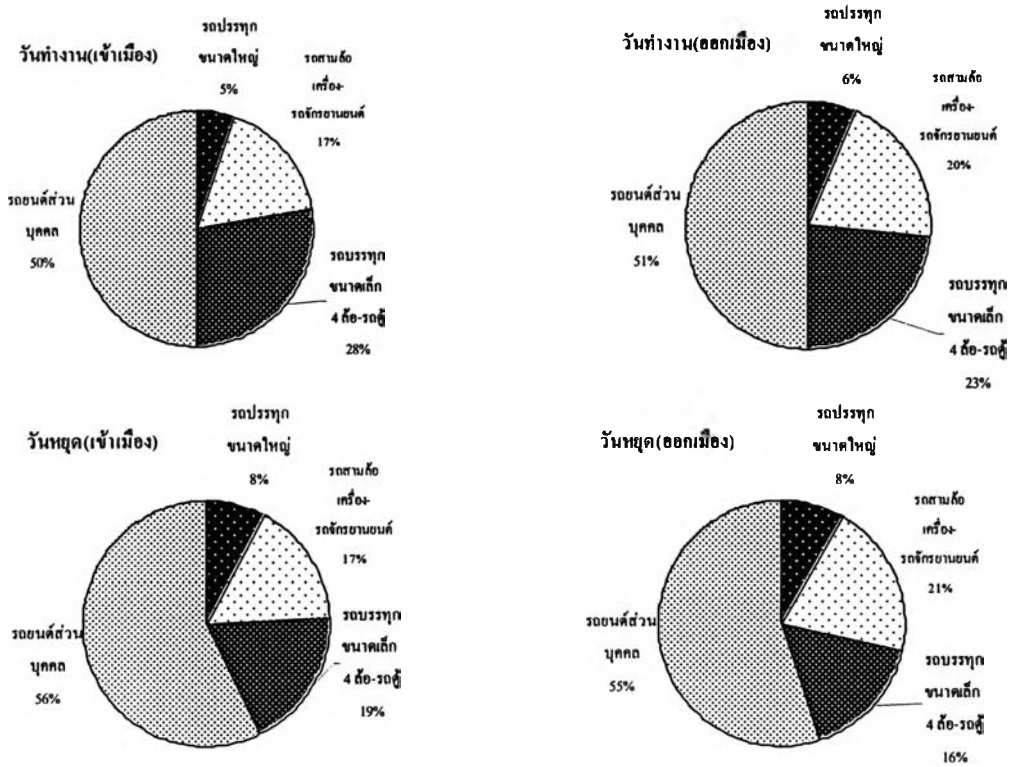
สัดส่วนปริมาณ (ตลอดระยะเวลา 14 วัน) รถแต่ละประเภทโดยแยกเป็นช่วงวันทำงาน (workday) คือวันจันทร์ถึงวันเสาร์ และวันหยุด (weekend) คือวันอาทิตย์ (แสดงในตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.10) ประเภทรถที่มีปริมาณมากที่สุดคือ รถยนต์ส่วนบุคคล 50-51% ในวันทำงาน และ 55-56% ในวันหยุด รถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ – รถตู้ 23-28% ในวันทำงาน และ 16-19% ในวันหยุด

รถสามล้อเครื่อง-รถจักรยานยนต์ 17-20% ในวันทำงาน และ 17-21% ในวันหยุด รถบรรทุกขนาดใหญ่-รถโดยสารประจำทางและไม้ประจำทาง 5-6% ในวันทำงาน และ 8% ในวันหยุด

ตารางที่ 4.6 ปริมาณรถแต่ละประเภท

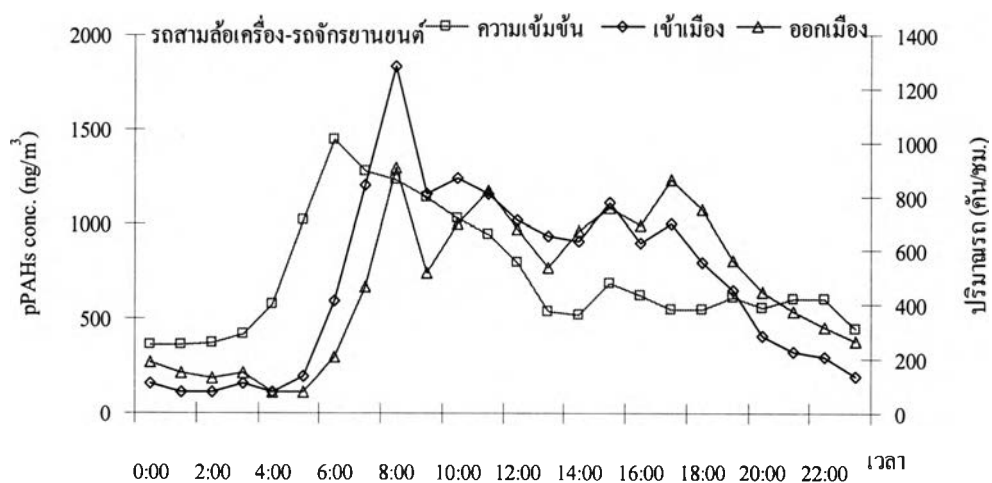
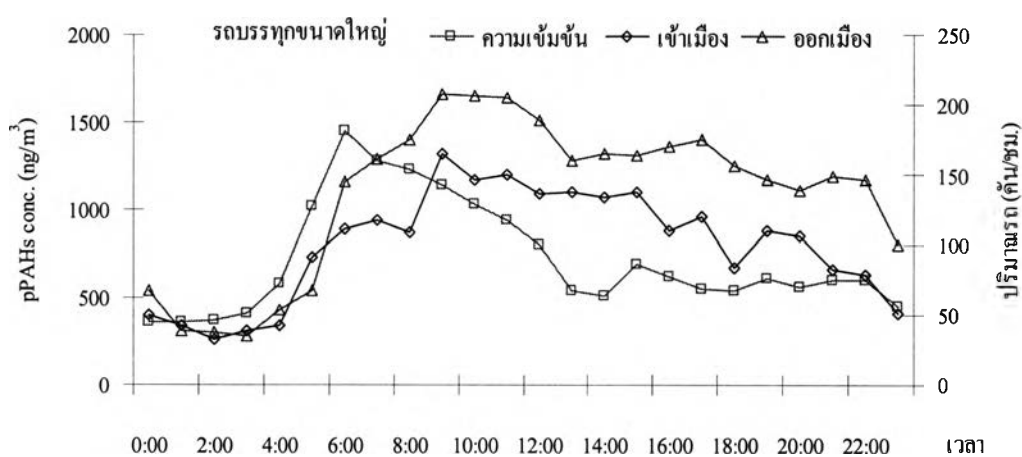
ประเภทรถ	ปริมาณ (คัน/วัน)				เปอร์เซ็นต์ (%)			
	เข้าเมือง*	ออกเมือง*	เข้าเมือง**	ออกเมือง**	เข้าเมือง*	ออกเมือง*	เข้าเมือง**	ออกเมือง**
รถบรรทุกขนาดใหญ่-รถโดยสารประจำทางและไม้ประจำทาง	2355.67	3297.17	2409	2810	5	6	8	8
รถสามล้อเครื่อง-รถจักรยานยนต์	7798.33	10512.75	5193	7022	17	20	17	21
รถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ - รถตู้	12458.50	12162.83	5806	5601	28	23	19	16
รถยนต์ส่วนบุคคล	22598.67	26036.58	17934	18813	50	51	56	55
รวม	45211.17	52009.33	31342	34246	100	100	100	100

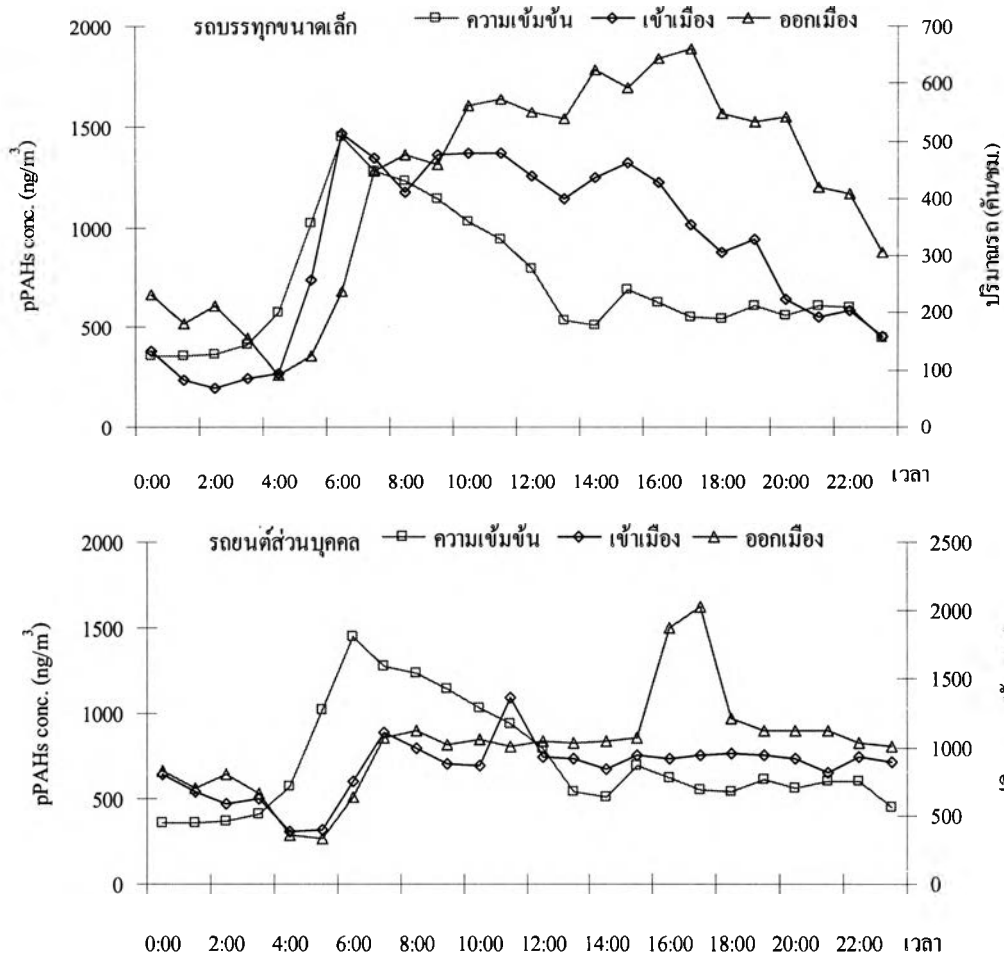
หมายเหตุ : * วันทำงาน ** วันหยุด



ภาพที่ 4.10 สัดส่วนปริมาณรถแต่ละประเภท

เมื่อนำค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงตลอด 14 วัน ของปริมาณรถประเภทต่าง ๆ พิจารณาร่วมกับค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงตลอด 14 วัน ความเข้มข้นของ pPAHs บริเวณนอกอาคารระดับพื้น (ภาพที่ 4.11) พบว่าถนนฝั่งเข้าเมืองปริมาณรถบรรทุกขนาดใหญ่และรถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ โดยเฉพาะช่วงเวลาเช้าเวลาที่มีปริมาณรถสูงสุดใกล้เคียงกับช่วงเวลาที่ความเข้มข้นของ pPAHs สูงสุด เนื่องจากรถบรรทุกขนาดใหญ่และรถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ เป็นแหล่งกำเนิดหลักของ pPAHs และถนนฝั่งเข้าเมืองเป็นจุดติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดความเข้มข้นของ pPAHs ทำให้ความเข้มข้นของ pPAHs มีแนวโน้มสอดคล้องกับปริมาณจราจรบริเวณถนนฝั่งเข้าเมือง โดยเฉพาะช่วงเวลาเช้า





ภาพที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น pPAHs (นอกอาคารระดับพื้น) และปริมาณของรถแต่ละประเภท

เมื่อพิจารณาความเร็วของรถแต่ละประเภท โดยแบ่งช่วงเวลาในการพิจารณาออกเป็นช่วงเร่งด่วน (6.00-9.00 และ 16.00-19.00 นาฬิกา) และช่วงไม่เร่งด่วน (10.00-15.00 และ 20.00-24.00 นาฬิกา) ในวันทำงานและวันหยุด ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และ 4.8 ตามลำดับ พบว่าความเร็วของรถบนถนนฝั่งเข้าเมืองในวันทำงาน (ช่วงเวลาเร่งด่วนและไม่เร่งด่วน) มีค่ามากกว่ารถบนถนนฝั่งออกเมือง และเมื่อพิจารณาในวันหยุด พบว่า ถนนทั้ง 2 ฝั่ง ความเร็วรถตลอดทั้งวันมีมากกว่าในวันทำงาน

ตารางที่ 4.7 ความเร็วเฉลี่ยของรถแต่ละประเภทในวันทำงาน

ประเภทรถ	ความเร็วรถ (กม./ชม) ถนนฝั่งเข้าเมือง		ความเร็วรถ (กม./ชม) ถนนฝั่งออกเมือง	
	ช่วงเวลาเร่งด่วน	ช่วงเวลาไม่เร่งด่วน	ช่วงเวลาเร่งด่วน	ช่วงเวลาไม่เร่งด่วน
รถบรรทุกขนาดใหญ่-รถโดยสารประจำทางและไม่ประจำทาง	41.21	49.66	33.36	42.20
รถสามล้อเครื่อง-รถจักรยานยนต์	54.80	65.11	47.83	55.02
รถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ - รถตู้	44.03	54.80	37.57	48.37
รถยนต์ส่วนบุคคล	45.16	61.55	37.80	49.29

ตารางที่ 4.8 ความเร็วเฉลี่ยของรถแต่ละประเภทในวันหยุด

ประเภทรถ	ความเร็วรถ (กม./ชม) ถนนฝั่งเข้าเมือง		ความเร็วรถ (กม./ชม) ถนนฝั่งออกเมือง	
	ช่วงเวลาเร่งด่วน	ช่วงเวลาไม่เร่งด่วน	ช่วงเวลาเร่งด่วน	ช่วงเวลาไม่เร่งด่วน
รถบรรทุกขนาดใหญ่-รถโดยสารประจำทางและไม่ประจำทาง	53.39	54.93	52.58	50.28
รถสามล้อเครื่อง-รถจักรยานยนต์	66.74	68.65	63.59	63.43
รถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ – รถตู้	60.65	61.28	57.82	58.44
รถยนต์ส่วนบุคคล	67.02	66.87	63.01	61.86

เมื่อนำความเร็วเฉลี่ยของรถแต่ละประเภทบนถนนในพื้นที่ศึกษาเปรียบเทียบกับถนนบริเวณอื่น ๆ ซึ่งศูนย์วิชาการด้านการขนส่งแห่งเอเชีย (ACTS) สำนักวิชาการวิศวกรรมโยธา และภาควิศวกรรมสิ่งแวดลอม สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (2001) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการจราจรและคุณภาพอากาศในกรุงเทพมหานคร จากการเปรียบเทียบความเร็วรถบนถนนที่ทำการศึกษา พบว่า ถนนบริเวณที่ทำการศึกษาที่ความเร็วเฉลี่ยของรถแต่ละประเภทใกล้เคียงกับถนนบริเวณศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความเร็วรถแต่ละประเภทในวันทำงานและวันหยุดดังตารางที่ 4.9 และ 4.10 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9 ความเร็วเฉลี่ยของรถแต่ละประเภทบนถนนบริเวณศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศในวันทำงาน

ประเภทรถ	ความเร็วรถ (กม./ชม) ถนนฝั่งเข้าเมือง		ความเร็วรถ (กม./ชม) ถนนฝั่งออกเมือง	
	ช่วงเวลาเร่งด่วน	ช่วงเวลาไม่เร่งด่วน	ช่วงเวลาเร่งด่วน	ช่วงเวลาไม่เร่งด่วน
รถบรรทุกขนาดใหญ่-รถโดยสารประจำทางและไม่ประจำทาง	43	51	36	49
รถสามล้อเครื่อง-รถจักรยานยนต์	54	57	52	54
รถยนต์ส่วนบุคคล	62	62	57	65

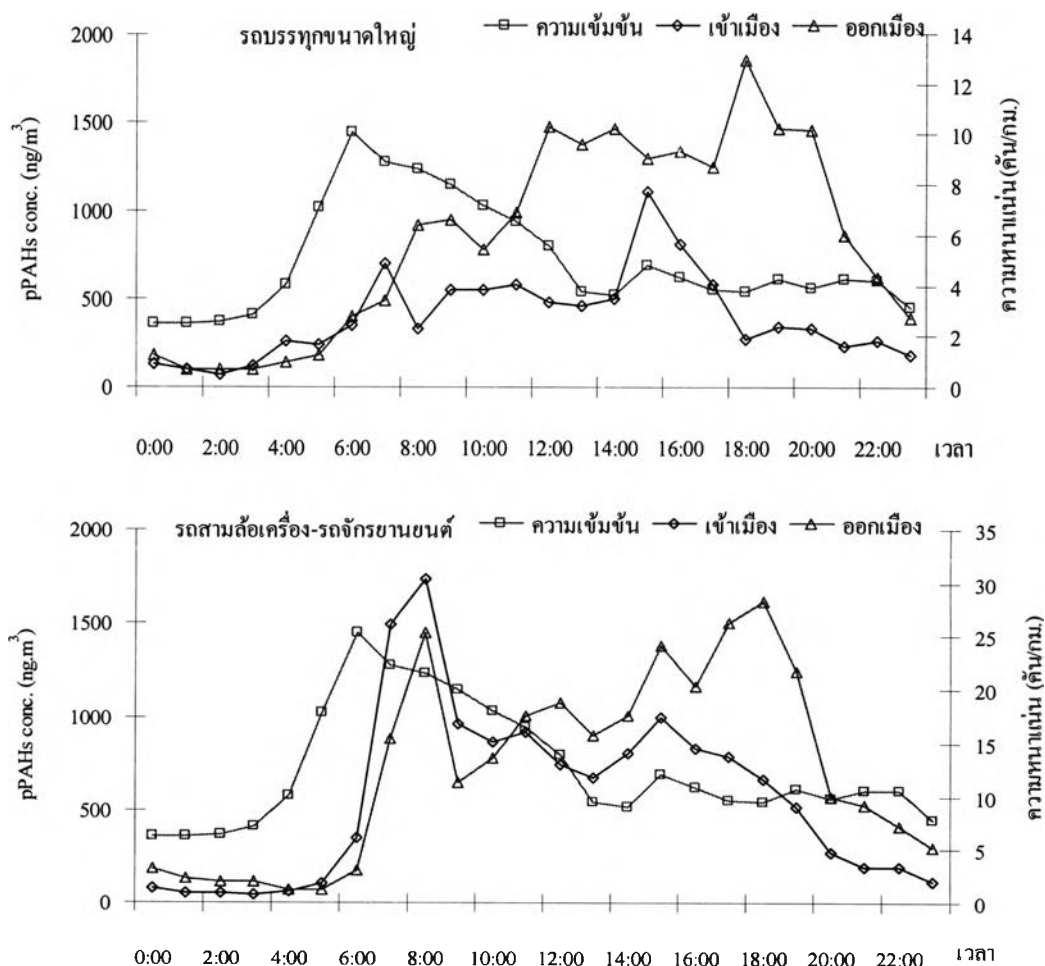
ที่มา : (ACTS และ AIT, 2001)

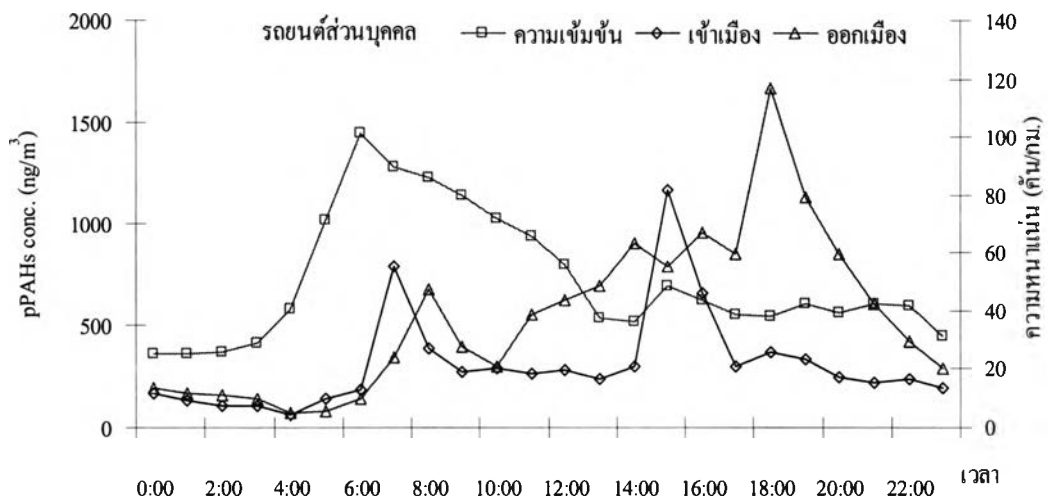
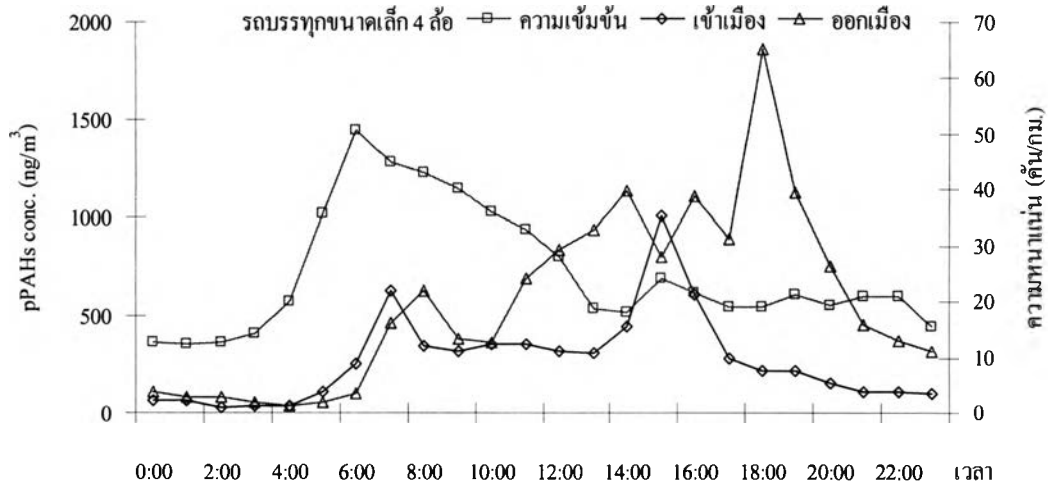
ตารางที่ 4.10 ความเร็วเฉลี่ยของรถแต่ละประเภทบนถนนบริเวณศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ ในวันหยุด

ประเภทรถ	ความเร็วรถ (กม./ชม) ถนนฝั่งเข้าเมือง		ความเร็วรถ (กม./ชม) ถนนฝั่งออกเมือง	
	ช่วงเวลาเร่งด่วน	ช่วงเวลาที่ไมเร่งด่วน	ช่วงเวลาเร่งด่วน	ช่วงเวลาที่ไมเร่งด่วน
รถบรรทุกขนาดใหญ่-รถโดยสารประจำทางและไม่ประจำทาง	40	46	29	43
รถสามล้อเครื่อง-รถจักรยานยนต์	55	62	47	57
รถยนต์ส่วนบุคคล	52	65	59	67

ที่มา : (ACTS และ AIT, 2001)

นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาความหนาแน่นของรถแต่ละประเภท (จากสมการ 3.1) โดยพบว่า ถนนฝั่งเข้าเมือง มีปริมาณรถหนาแน่นในช่วงเวลาเช้า ส่วนถนนฝั่งออกเมืองปริมาณความหนาแน่นของรถมีมากตั้งแต่ช่วงเวลาบ่าย เมื่อนำค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงตลอด 14 วันความเข้มข้นของ pPAHs บริเวณนอกอาคารระดับพื้นซึ่งตั้งอยู่บริเวณริมถนนฝั่งเข้าเมือง มาพิจารณาร่วมกับความหนาแน่นรถแต่ละประเภทถนนฝั่งเข้าเมืองพบว่าความเข้มข้น pPAHs สูงในช่วงเวลาเช้า ซึ่งสอดคล้องกับความหนาแน่นของรถบนถนนฝั่งเข้าเมือง ดังแสดงในภาพที่ 4.12





ภาพที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น pPAHs (นอกอาคารระดับพื้น) และความหนาแน่นของรถแต่ละประเภท

4.7 สภาพอุตุนิยมิวิทยา

ข้อมูลด้านอุตุนิยมิวิทยาตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษานี้แสดงในตารางที่ 4.11 ซึ่งเป็นข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมง ข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม เป็นข้อมูล ณ จุดที่ทำการศึกษ ส่วนข้อมูลด้านความเข้มแสง และปริมาณน้ำฝน เป็นข้อมูลที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษสถานีจตุจักร และสถานีกรมอุตุนิยมิวิทยา ตามลำดับ จากตารางพบว่า ความเร็วลมบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้า BTS มีค่าค่อนข้างต่ำ ซึ่งอาจมีผลต่อความเข้มข้นของ pPAHs บริเวณนอกอาคารระดับพื้น ทำให้ความเข้มข้นบริเวณนี้มีค่าสูง

ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา	ค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง
อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	28.58 (23.6-36.9)
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	78.26 (46-97)
ความเข้มแสง (W/m^2)*	122.43 (0-804)
ปริมาณน้ำฝน (mm)**	0.14 (0-19.5)
ความเร็วลม (m/s) : สถานีรถไฟ BTS	1.01 (0.06-6.56)
นอกอาคารชั้น 3	0.11 (0-0.6)
ใต้สถานีรถไฟ BTS	0.5 (0.07-1.22)

หมายเหตุ : * กรมควบคุมมลพิษสถานีจตุจักร

** กรมควบคุมมลพิษสถานีกรมอุตุนิยมวิทยา

4.8 การเคลื่อนที่ของ pPAHs

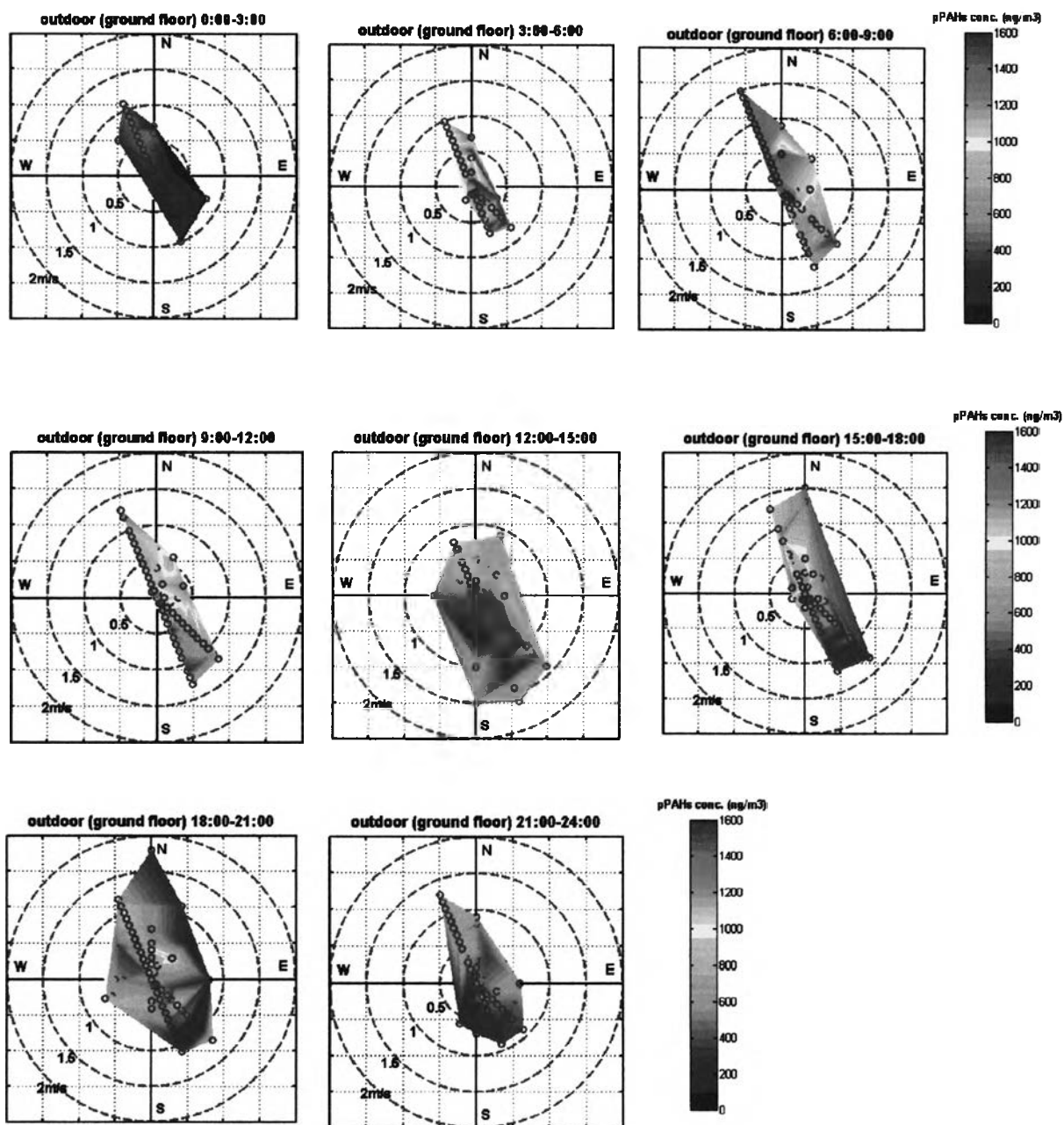
จากการวัดความเร็วและทิศทางลมเพื่อหาทิศทางเคลื่อนที่ของ pPAHs โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดความเร็วและทิศทางลม 3 จุด ได้แก่ ใต้สถานีรถไฟ BTS นอกอาคารชั้น 3 และชานชลาของสถานีรถไฟ BTS การวิเคราะห์หาทิศทางเคลื่อนที่ของ pPAHs ใช้โปรแกรม MAT LAB โดยนำข้อมูลความเข้มข้น pPAHs ความเร็วและทิศทางลมในแต่ละจุดติดตั้งอุปกรณ์ มาใช้ในการวิเคราะห์ ผลการแสดงดังภาพที่ 4.13 , 4.14 และ 4.15

จากภาพที่ 4.13 แสดงทิศทางเคลื่อนที่ของ pPAHs บริเวณใต้สถานีรถไฟ BTS ด้วยความเร็วและทิศทางลมจะพบว่าความเข้มข้นของ pPAHs ส่วนใหญ่มาจากลมที่มีทิศทางตามแนวถนนซึ่งในช่วงเวลา 6:00-9:00 นาฬิกา และ 9:00-12:00 นาฬิกา จะพบค่าความเข้มข้น pPAHs สูงกว่าช่วงเวลาอื่น เพราะเป็นช่วงที่มีการจราจรหนาแน่น ด้านความเร็วลมพบว่ามีความเร็วลมต่ำ (0.1-2 m/s)

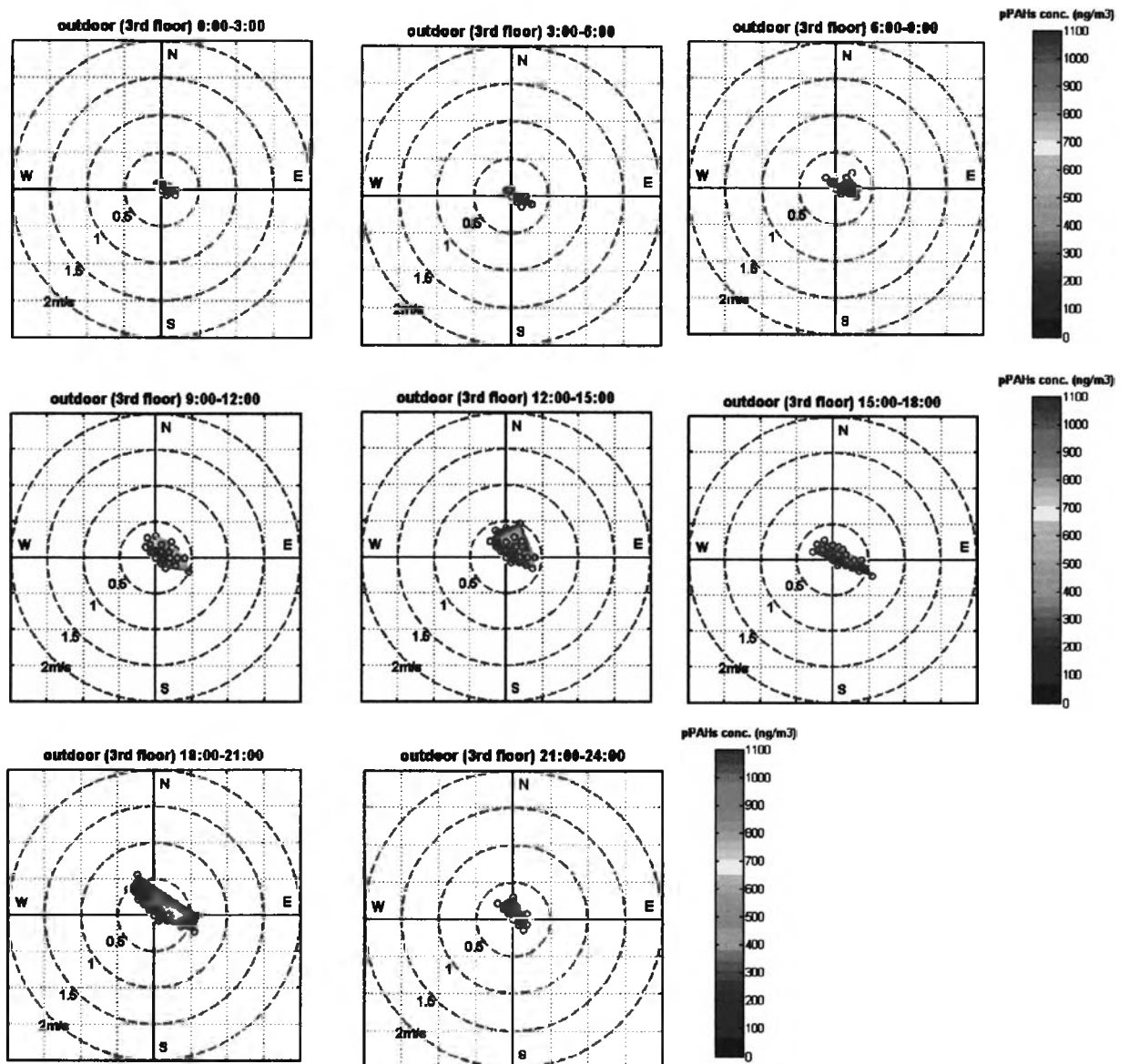
จากภาพที่ 4.14 แสดงทิศทางเคลื่อนที่ของ pPAHs บริเวณนอกอาคารชั้น 3 พบว่าลักษณะการแพร่กระจายของ pPAHs ค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้จุดติดตั้งเครื่องมืออยู่ด้านซ้ายของถนนและไม่อยู่ใกล้จุดที่รถเคลื่อนที่จึงมีความเร็วลมค่อนข้างต่ำ (0.1-0.6 m/s) (ดังแสดงในรูปที่ 3.6) แต่จุดที่ติดตั้งนั้นค่อนข้างอับลม ฉะนั้นทิศลมที่พัดพา pPAHs มา ณ จุดตรวจวัดนี้เป็นลมที่พัดมาจากถนนเป็นหลัก (คือระหว่างทิศ NW และ ESE) โดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างเวลา 6:00 9:00 นาฬิกา และ 9:00 12:00 นาฬิกา ความเข้มข้นต่ำกว่าบริเวณใต้สถานีรถไฟ BTS แต่มีมากกว่าบริเวณชานชลาของสถานีรถไฟ BTS

ภาพที่ 4.15 แสดงทิศทางเคลื่อนที่ของ pPAHs บริเวณชานชลาของสถานีรถไฟ BTS พบว่าลักษณะการแพร่กระจายของ pPAHs สูง เพราะความเร็วลมที่สังเกตได้บริเวณนี้มีค่าสูงมาก

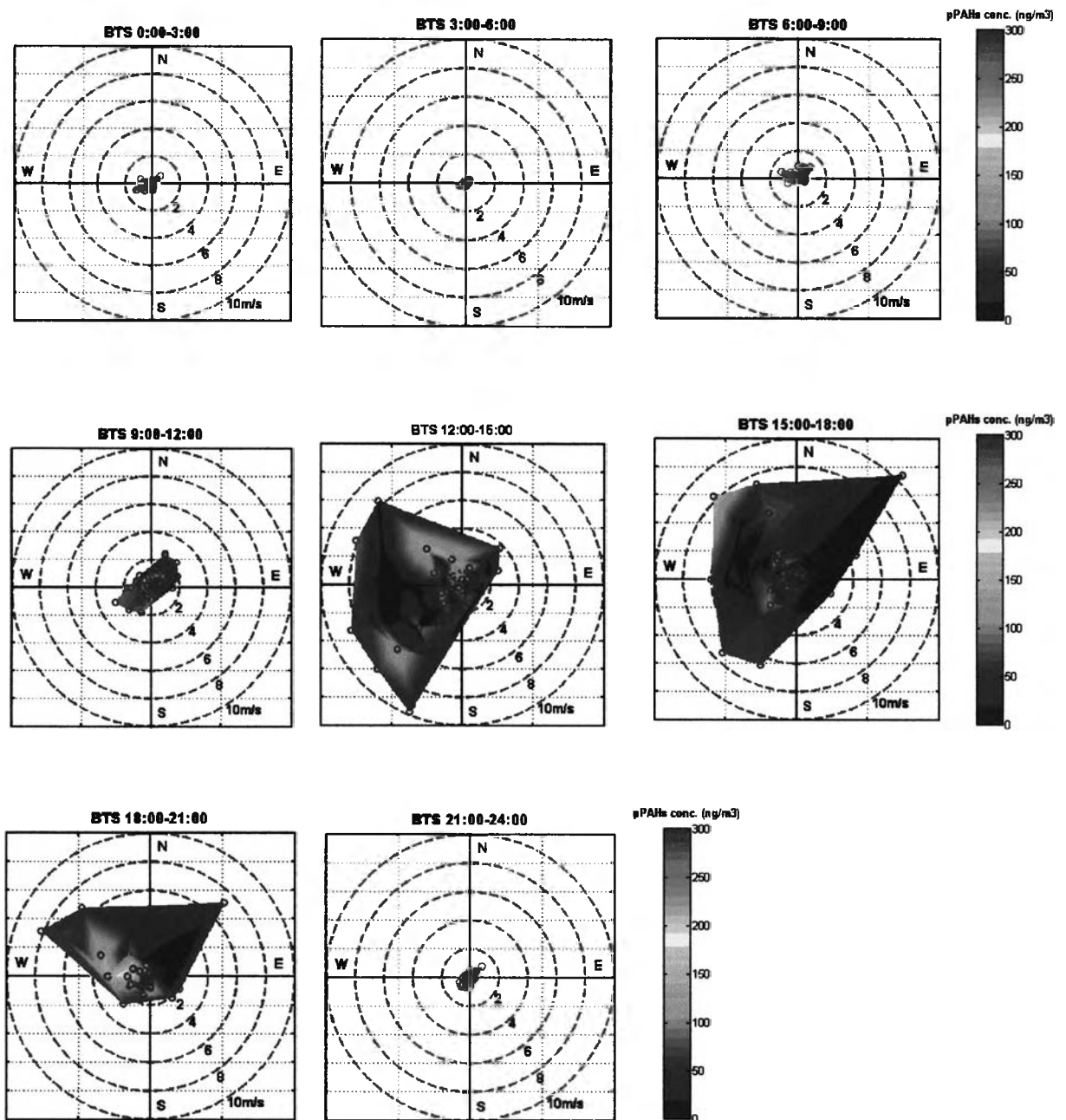
(0.5-10 m/s) การแพร่กระจายของสารออกไปทุกทิศทาง และกระจายตัวได้ดีกว่าบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าโดยเฉพาะในช่วงบ่ายถึงเย็น (12:00-15:00 นาฬิกา และ 15:00-18:00 นาฬิกา) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ความเร็วลมสูง และมีทิศทางของลมอยู่ระหว่างทิศ N และ SSW เป็นหลัก และเป็นทิศลมเหนือผิวที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง จึงเป็นผลทำให้ค่าความเข้มข้นของ pPAHs ต่ำกว่าบริเวณอื่นที่ได้ทำการตรวจวัด



ภาพที่ 4.13 ทิศทางการเคลื่อนที่ของ pPAHs บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้า BTS



ภาพที่ 4.14 ทิศทางการเคลื่อนที่ของ pPAHs บริเวณนอกอาคารชั้น 3



ภาพที่ 4.15 ทิศทางการเคลื่อนที่ของ pPAHs บริเวณชานชาลาของสถานีรถไฟฟ้า BTS

เมื่อนำทิศทางการเคลื่อนที่ของ pPAHs ทั้ง 3 บริเวณมาพิจารณาเปรียบเทียบ พบว่า บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้า BTS มีความเข้มข้นของ pPAHs สูงที่สุดในทุก ๆ ช่วงเวลา และทิศทางการเคลื่อนที่ของ pPAHs เกิดจากอิทธิพลของลมที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของยานพาหนะ แสดงให้เห็นว่าการจราจรและความเร็วจากการจราจรเป็นปัจจัยสำคัญในการเคลื่อนที่และการแพร่กระจายของ pPAHs ในบริเวณดังกล่าว

4.9 การวิเคราะห์สมการถดถอยของความเข้มข้น pPAHs (Regression analysis of pPAHs concentration)

การคาดคะเนคุณภาพอากาศและการพัฒนาวิธีการควบคุมมลพิษทางอากาศ โดยทั่วไปจะต้องทราบปัจจัยในการเกิดมลพิษ เพื่อสามารถคาดคะเนความเข้มข้นของมลพิษที่จะเกิดขึ้น วิธีการคาดคะเนระดับมลพิษทางอากาศมี 2 วิธี คือ atmospheric dispersion model และ regression model (Shi and Harrison, 1997) สำหรับการศึกษานี้จะใช้วิธี regression model เพื่อคาดคะเนความเข้มข้นของ pPAHs โดยมีปัจจัย/ตัวแปรต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง

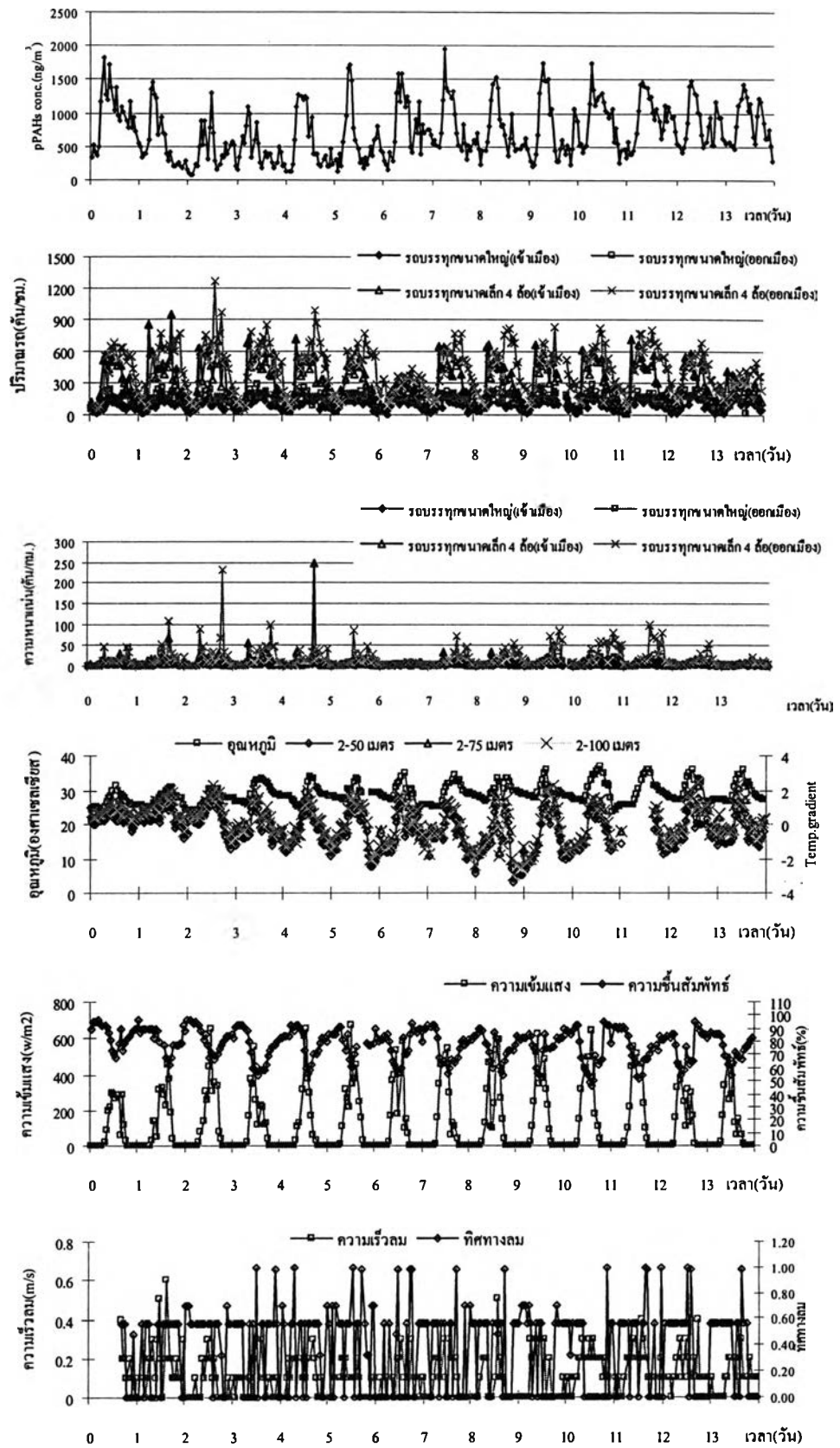
4.9.1 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ pPAHs การจราจร และข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาตามช่วงเวลา

ในการคาดคะเนความเข้มข้น pPAHs รายชั่วโมง ปัจจัย/ตัวแปรที่เข้ามาเกี่ยวข้องได้แก่ ข้อมูลจราจร ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาบางตัวแปร คือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสง ความแตกต่างของอุณหภูมิที่ 2 ระดับความสูง (temperature gradient) ความเร็วและทิศทางการลม ภาพที่ 4.16 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปัจจัย/ตัวแปร ต่าง ๆ ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) โดยส่วนใหญ่ความเข้มข้น pPAHs สูงสุดในช่วงเวลาเช้า (6:00-8:00 นาฬิกา) และลดลงในช่วงเวลากลางวันและสูงขึ้นอีกครั้งในช่วงเวลาเย็นและลดลงต่ำสุดในช่วงกลางคืน

(2) ข้อมูลจราจร ปริมาณรถมีมากในช่วงเวลาเช้าและช่วงเวลาเย็น โดยเวลาเช้าปริมาณรถสูงสุดเวลาประมาณ 7:00-9:00 นาฬิกา และ เวลาเย็น 15:00-18:00 นาฬิกา และมีปริมาณรถค่อนข้างคงที่ในช่วงเวลากลางวัน โดยปริมาณรถบรรทุกขนาดใหญ่-รถโดยสารประจำทางและไม่ประจำทางน้อยกว่า รถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ – รถตู้ จากกราฟพบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นคล้ายกันในแต่ละวัน

(3) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น pPAHs จากกราฟพบว่าเมื่ออุณหภูมิเริ่มลดลงความเข้มข้น pPAHs เริ่มสูงขึ้น



ภาพที่ 4.16 การเปลี่ยนแปลงของปัจจัย/ตัวแปร ต่าง ๆ ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

(4) Temperature gradient คำนวณได้จากการนำอุณหภูมิที่ความสูงต่างระดับมาลบกันในการศึกษานี้ ใช้อุณหภูมิที่ 4 ระดับความสูงคือ 2 50 75 และ 100 เมตร การหา temperature gradient ทำโดยนำอุณหภูมิที่ระดับความสูง 2 เมตร ลบด้วยอุณหภูมิที่ระดับความสูง 50 75 และ 100 เมตร ตามลำดับ ซึ่งการหา temperature gradient มีความสัมพันธ์กับ mixing height และอุณหภูมิในแนวระดับความสูง มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ pPAHs (Chetwittayachan, 2001)

(5) ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับความเข้มข้นของ pPAHs ยังไม่พบความสัมพันธ์ไม่ชัดเจน

(6) ความเร็วลมมีผลต่อความเข้มข้นของ pPAHs โดยจากกราฟ พบว่า เมื่อความเร็วลมมากกว่า 0.15 m/s (โดยเฉพาะช่วงเวลาเช้า) ความเข้มข้นของ pPAHs ลดต่ำลง

(7) สำหรับทิศทางลม จุดตรวจวัดตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตกของถนน สมมติให้ลมจากทิศ NNW ถึง SSE เป็นทิศทางที่นำพา pPAHs ในอากาศมาบริเวณจุดตรวจวัด ซึ่งการคำนวณทิศทางลมมีดังนี้ (ดัดแปลงจาก Chetwittayachan , 2001)

$$WD(t) = -\sin(\theta t) \times 1[0 - \sin(\theta t)] \quad \text{สมการ 4.1}$$

โดย $1[\xi] = 1$ ถ้า $\xi \geq 0$ และ $1[\xi] = 0$ ถ้า $\xi < 0$

θ คือ องศาหมุนเข็มนาฬิกาของทิศทางลม

4.9.2 โครงสร้างของ regression model

รูปแบบสมการถดถอยโดยทั่วไปมี Y_i เป็นตัวแปรตามและ X_i เป็นตัวแปรอิสระ ซึ่งมีสมการดังนี้ (ศิริชัย, 2544)

$$Y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j X_{ij} + \epsilon_i \quad (i = 1, \dots, n) \quad (j = 1, \dots, p) \quad \text{สมการ 4.2}$$

โดย n คือ จำนวนตัวแปร

β_0 คือ ค่าคงที่ (constant) ของสมการ

β_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (regression coefficient) ของตัวแปรอิสระที่ i

ϵ_i คือ ค่าความแตกต่างหรือความคลาดเคลื่อน (error or residual) ระหว่างค่าจริงและค่าที่ได้จากสมการ

(1) การกำหนดตัวแปร

การกำหนดตัวแปรในสมการ regression เพื่อสร้างแบบจำลองกำหนดได้ ดังนี้

- ข้อมูลความเข้มข้น pPAHs : ข้อมูลความเข้มข้น pPAHs นำมาจากจุดตรวจวัดบริเวณนอกอาคารชั้น 3 เป็นค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง มีหน่วย ng/m^3

- ข้อมูลจราจร : นำค่าความหนาแน่นของถนนฝั่งเข้าเมืองและค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของถนนฝั่งเข้าเมืองและออกเมือง และปริมาณรถถนนฝั่งเข้าเมืองและค่าเฉลี่ยปริมาณรถของถนนฝั่งเข้าเมืองและออกเมืองของรถบรรทุกขนาดใหญ่-รถโดยสารประจำทางและไม่ประจำทาง รถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ – รถตู้
- ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา : เป็นข้อมูลรายชั่วโมง ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วและทิศทางลม เป็นข้อมูล ณ จุดที่ทำการศึกษา ส่วนข้อมูลด้านความเข้มแสง และ อุณหภูมิในแนวระดับความสูง (vertical profile temperature) เป็นข้อมูลที่ได้จากกรมควบคุมมลพิษสถานีจตุจักร

(2) ความหมายของตัวแปร

ในการศึกษานี้มีตัวแปรทั้งหมด 26 ตัวแปร เพื่อใช้ในการวิเคราะห์สมการถดถอย (ตารางที่ 4.12) ตามวิธีการศึกษาการวิเคราะห์สมการถดถอย pPAHs ของ Chetwittayachan (2001) จากตารางที่ 4.12 แบ่งตัวแปรออกเป็น 2 ประเภท (1) ตัวแปรพื้นฐาน คือตัวแปรที่ไม่มีการประยุกต์ จาก X1 ถึง X11 (2) ตัวแปรประยุกต์ คือตัวแปรจาก X12 ถึง X26 โดยตัวแปรตามคือค่าความเข้มข้นของ pPAHs ตัวแปรประยุกต์ส่วนใหญ่นำมาจากการศึกษาของ Chetwittayachan (2001) และบางตัวแปรพิจารณาจากความสัมพันธ์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ pPAHs (ภาพที่ 4.16) ตัวแปร X15 เป็นการนำความเร็วลมรวมกับทิศทางลม มีสมการดังนี้ (Chetwittayachan, 2001)

$$\text{Wind speed component} = \text{WS}(t) \times \text{WD}(t) \quad \text{สมการ 4.3}$$

(โดย WD(t) จากสมการ 4.1)

สำหรับตัวแปร X16 นำมาจาก การศึกษาของ Inoue และคณะ (1986) โดยแบ่งออกเป็น ช่วงเวลาเช้า และช่วงเวลาเย็น

$$\text{SR6D} = \text{SR}(t+i) - \text{SR}(t) \quad \text{ถ้า } \text{SR}(t-i) \leq \text{SR}(t+i) \quad \text{เงื่อนไข A และ}$$

$$\text{SR6D} = \text{SR}(t+i) - \text{SR}(t) \quad \text{ถ้า } \text{SR}(t-i) > \text{SR}(t+i) \quad \text{เงื่อนไข B} \quad \text{สมการ 4.4}$$

โดยเงื่อนไข A และ B หมายถึง ช่วงเวลาเช้าและเวลาเย็น ตามลำดับ ตัวแปร X17 เป็นการนำความเร็วลมมาพิจารณา ถ้าความเร็วลมต่ำกว่า 0.15 m/s จะไม่มีผลต่อความเข้มข้น pPAHs ตัวแปร X18 และ X19 สร้างมาจาก X9 X16 และ X17 ตัวแปร X20 (TGo) สร้างมาจาก temperature gradient โดยให้อุณหภูมิที่ความสูง 2 เมตร ลบอุณหภูมิที่ความสูง 100 เมตร (TG) ถ้า TG ในเวลากลางคืนน้อยกว่า 1 °c สมมติให้ไม่มีผลต่อความเข้มข้น pPAHs และเมื่อนำตัวแปร X20 มาคูณกับตัวแปรด้านจราจร โดยนำมาคูณกับค่าเฉลี่ยปริมาณรถของถนนทั้ง 2 ฝั่ง ของรถบรรทุกขนาดใหญ่-รถโดยสารประจำทางและไม่ประจำทาง รถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ – รถตู้ จะได้ ตัวแปร X21 และ X22 และ 4

ตัวแปรสุดท้าย คือ X23 ถึง X26 เป็นการรวมปัจจัยที่อาจจะเป็นตัวลดความเข้มข้นของ pPAHs (Chetwittayachan, 2001)

ตารางที่ 4.12 ความหมายของตัวแปรที่ใช้ในสมการ regression

ตัวแปร	ชื่อ	ความหมาย
X1	Den_inBT	ความหนาแน่นรถบรรทุกขนาดใหญ่-รถโดยสารประจำทางและไม่ประจำทางถนนฝั่งเข้าเมือง
X2	Den_inoutBT	ความหนาแน่นรถบรรทุกขนาดใหญ่-รถโดยสารประจำทางและไม่ประจำทางถนนฝั่งเข้าเมืองและออกเมือง
X3	Vol_inBT	ปริมาณรถบรรทุกขนาดใหญ่-รถโดยสารประจำทางและไม่ประจำทางถนนฝั่งเข้าเมือง
X4	Vol_inoutBT	ปริมาณรถบรรทุกขนาดใหญ่-รถโดยสารประจำทางและไม่ประจำทางถนนฝั่งเข้าเมืองและออกเมือง
X5	Den_inPV	ความหนาแน่นรถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ - รถตู้ถนนฝั่งเข้าเมือง
X6	Den_inoutPV	ความหนาแน่นรถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ - รถตู้ถนนฝั่งเข้าเมืองและออกเมือง
X7	Vol_inPV	ปริมาณรถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ - รถตู้ถนนฝั่งเข้าเมือง
X8	Vol_inoutPV	ปริมาณรถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ - รถตู้ถนนฝั่งเข้าเมืองและออกเมือง
X9	T	อุณหภูมิ
X10	SR	ความเข้มแสง
X11	RH	ความชื้นสัมพัทธ์
X12	TG2_50	temperature gradient 2-50 เมตร
X13	TG2_75	temperature gradient 2-75 เมตร
X14	TG2_100	temperature gradient 2-100 เมตร
X15	WSxWD	$WS(t) \times WD(t)$; $WD(t) = -\sin(\theta t) \times 1[0 - \sin(\theta t)]^*$
X16	SR6D	$SR(t-i) - SR(t) + \{SR(t+i) - SR(t-i)\} \times 1[SR(t+i) - SR(t-i)]^*$; $i=6$
X17	WS.15	$\{0.15 - WS(t)\} \times 1[0.15 - WS(t)]^*$
X18	SR6DxWS.15	$SR6D(t) \times WS.15(t)$
X19	TxWS.15	$T(t) \times WS.15(t)$
X20	TGo	$1[1 - TG(t)]^*$
X21	BxTGo	$B \times TG(t)$
X22	PxTGo	$P \times TG(t)$
X23	TGxWS.15	$TG(t) \times WS.15(t)$
X24	1_TG	$1 - TG(t)$
X25	0.15_WS	$0.15 - WS(t)$
X26	SR6Dx(1_TG)x(0.15_WS)	$SR6D \times (1 - TG(t)) \times (0.15 - WS(t))$

หมายเหตุ : * $1[-]$ หมายถึง $1[\zeta] = 1$ ถ้า $\zeta \geq 0$ และ $1[\zeta] = 0$ ถ้า $\zeta < 0$

4.9.3 การวิเคราะห์สมการถดถอยของความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงของ pPAHs

(1) การคัดเลือกตัวแปร

ในการพิจารณาว่าตัวแปรใดเหมาะสมในการคาดคะเนสำหรับแบบจำลอง (regression model) โดยใช้ข้อมูลทุกตัวแปรตั้งแต่วันที่ 23 กันยายน ถึง วันที่ 4 ตุลาคม 2545 ในการพิจารณา ซึ่งใช้โปรแกรม SPSS for window ในการวิเคราะห์หาสมการ โปรแกรม SPSS สามารถประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยแบบเส้นตรงพหุคูณ (multiple linear regression model) ซึ่งวิเคราะห์ตัวแปรตามได้มากกว่า 2 ตัวแปรขึ้นไป (ศิริชัย, 2544) ในการศึกษานี้จะใช้ 3 วิธี ในการคัดเลือกตัวแปรที่เหมาะสมสำหรับ regression model คือ วิธี enter วิธี backward elimination และวิธี stepwise regression โดยก่อนที่จะทำการวิเคราะห์เพื่อหาสมการและตัวแปรที่เหมาะสม ต้องมีการแปลงตัวแปรต่าง ๆ ทั้งตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ให้อยู่ในรูป Z score (standard scores) (Chetwittatachan , 2001)

$$\text{โดย } Z_i = \frac{X_i - \mu}{\sigma} \quad \text{สมการ 4.5}$$

X_i คือ ข้อมูลตัวที่ i

μ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

σ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล

จากนั้น รูปแบบของสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้น (C_i) กับตัวแปร สามารถแสดงได้ดังนี้

$$C_i = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i Z_i + \epsilon_i \quad \text{สมการ 4.6}$$

โดย C_i คือ ค่าความเข้มข้นที่ปรับเข้าแกนมาตรฐาน

β_0 คือ ค่าคงที่ (constant) ของสมการ

β_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (regression coefficient) ของตัวแปรอิสระที่ i

Z_i คือ ตัวแปรที่ได้รับการคัดเลือก

ϵ_i คือ ค่าความแตกต่างหรือความคลาดเคลื่อน (error or residual) ระหว่างค่าจริงและค่าที่ได้จากสมการ

สำหรับผลการวิเคราะห์สมการถดถอยจาก 3 วิธี (ดังแสดงในภาคผนวก ข) ซึ่งแสดงในตารางที่ 4.13 และผลของ analysis of variance แสดงในตารางที่ 4.14 โดยพื้นฐาน ค่า R^2 คือ ค่าที่แสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตามและค่า adjusted R^2 (R_a^2) คือ ค่า R^2 ที่ปรับแก้แล้วซึ่งควรพิจารณาค่านี้นแทนค่า R^2 (ศิริชัย, 2544) การวิเคราะห์นี้ค่า R_a^2 สามารถบอกวิธีในการคัดเลือกตัวแปรที่

เหมาะสมได้ สำหรับ regression model ผลการวิเคราะห์พบว่าตัวแปรที่ถูกเลือกโดย วิธี backward elimination ให้ค่า R^2 สูงสุด

นอกจากนี้ตัวแปรที่ถูกเลือก โดยวิธีนี้เป็นตัวแปรที่เหมาะสมในการคาดคะเนความเข้มข้นในแบบจำลอง ค่าสัมประสิทธิ์ทางสถิติของตัวแปรที่ถูกคัดเลือกแสดงในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยทั้ง 3 วิธี

	วิธี		
	Enter	Backward	Stepwise
Multiple R*	0.683	0.662	0.5572
R square	0.466	0.438	0.327
Adjusted R square	0.405	0.411	0.315
Standard error	0.758	0.754	0.813
ตัวแปรที่คัดเลือก	ทุกตัวแปร	X4, X6, X7, X8, X11, X12, X13, X14, X15, X16, X17	X4, X6, X16, X19

หมายเหตุ : *Multiple R คือ multiple correlation coefficient

ตารางที่ 4.14 ผลของ analysis of variance ทั้ง 3 วิธี

วิธี	Sum of square	df*	Mean square	F	Sig. F**
Enter					
Regression	109.899	25	4.396	7.654	0.000
Residual	125.776	219	0.574		
Total	235.674	244			
Backward					
Regression	103.159	11	9.378	.489	0.000
Residual	132.515	233	0.569		
Total	235.674	244			
Stepwise					
Regression	77.284	4	19.321	29.276	0.000
Residual	158.390	240	0.660		
Total	235.674	244			

หมายเหตุ : * df คือ degree of freedom ** Sig.F คือ significance level of F

ตารางที่ 4.15 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการถดถอย

ตัวแปร	β^*	Std. Err.	Beta**	t	Sig. t***
Constant	2.738E-03	-0.54		0.051	0.959
X4	0.379	0.085	0.384	4.458	0.000
X6	-0.142	0.062	-0.148	-2.297	0.022
X7	0.463	0.110	0.468	4.2	0.000
X8	-0.487	0.130	-0.486	-3.743	0.000
X11	0.198	0.76	0.198	2.592	0.010
X12	-1.492	0.475	-1.527	-3.142	0.002
X13	2.765	0.760	2.851	3.640	0.000
X14	-1.435	0.476	-1.478	-3.013	0.003
X15	-0.110	0.061	-0.110	-1.805	0.072
X16	0.205	0.63	0.208	3.230	0.001
X17	-0.439	0.068	-0.442	-6.497	0.000

หมายเหตุ : * β คือ unstandardized coefficient ** Beta คือ standardized coefficient

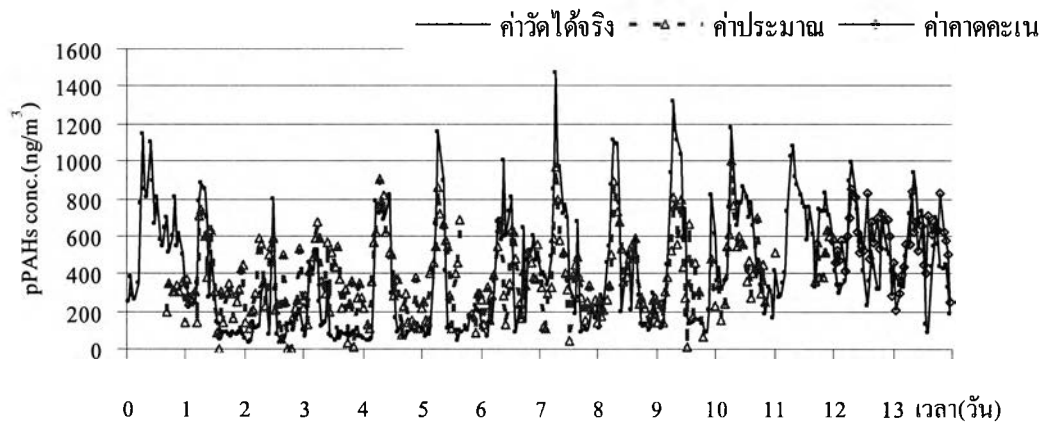
*** Sig. t คือ significance level of t

จากตารางค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการถดถอย (β) พบว่า บางตัวแปรมีค่าติดลบ แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงแบบผกผันกับค่าความเข้มข้นของ pPAHs ตัวอย่างเช่น X6 และ X8 ซึ่งเป็นตัวแปรด้านจราจร จากสมการพบว่าให้ค่าสัมประสิทธิ์ติดลบตามความหมายคือ เมื่อลดปริมาณจราจร ทำให้ความเข้มข้นสูงขึ้น ซึ่งในความเป็นจริงแล้วถ้าลดปริมาณจราจรความเข้มข้นของ pPAHs ต้องลดลง ทั้งนี้เป็นผลมาจาก การสร้างสมการเป็นการใช้ข้อมูลทางสถิติเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ ที่สามารถคำนวณค่าจากสมการให้ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด แต่อาจขัดแย้งกับความเป็นจริง ดังนั้นจึงเป็นข้อจำกัดของการใช้วิธี regression ในการสร้างแบบจำลอง แต่เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์ของทุกตัวแปรมาคำนวณร่วมกันทำให้ได้คาดคะเนใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จริง

(2) การทดสอบความเหมาะสม

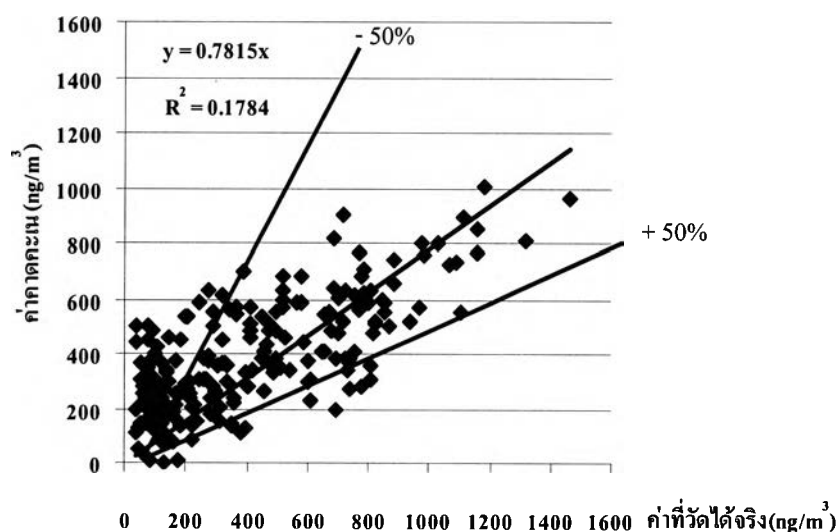
เมื่อทำการวิเคราะห์สมการถดถอยจะได้ตัวแปรที่ได้คัดเลือกและค่าสัมประสิทธิ์ การนำตัวแปรและค่าสัมประสิทธิ์แทนค่าในสมการ 4.6 จะได้สมการถดถอยเพื่อคาดคะเนความเข้มข้น pPAHs การทดสอบสมการทำได้โดย นำความเข้มข้น 2 วันสุดท้าย (5-6 ตุลาคม 2545) ในภาพที่ 4.17 เป็นการเปรียบเทียบ ค่าประมาณ (estimate value) เป็นค่าความเข้มข้นที่ได้จากสมการที่เกิดจากข้อมูลในช่วงเวลา 23 กันยายน ถึง 4 ตุลาคม 2545 และค่าคาดคะเนความเข้มข้น (predict value) ซึ่งเป็นความ

เข้มข้นที่เกิดจากตัวแปรที่สังเกตได้ใน 2 วัน และค่าที่วัดได้จริง (observe value) ผลการเปรียบเทียบค่าที่วัดได้จริง ค่าประมาณและค่าคาดคะเน แสดงดังภาพที่ 4.15



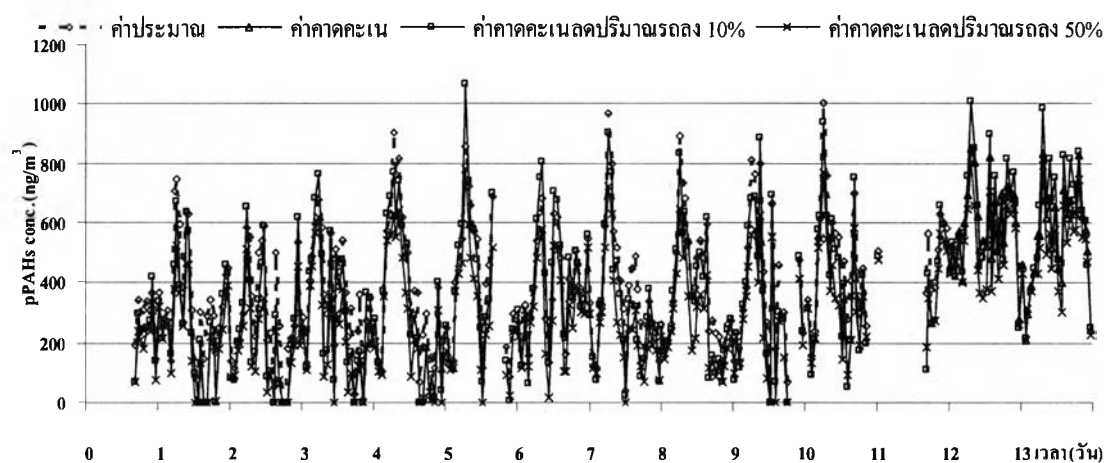
ภาพที่ 4.17 การเปรียบเทียบค่าความเข้มข้น pPAHs จากค่าที่วัดได้จริง ค่าประมาณและค่าคาดคะเน

จากภาพ พบว่า ค่าที่ได้จากการคาดคะเนมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จริง โดยมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้น-ลดลง สอดคล้อง แต่มีบางช่วงที่ค่าที่วัดได้จริงมีค่าน้อยกว่าค่าจากการประมาณ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากช่วงเวลาดังกล่าวมีฝนตก ซึ่งปริมาณน้ำฝนมิได้นำมาวิเคราะห์สมการถดถอย จึงทำให้ค่าความเข้มข้นที่ได้จากสมการมีค่าสูงกว่าค่าที่วัดได้จริง นอกจากนี้ ได้นำค่าความเข้มข้นที่วัดได้จริง และค่าที่ได้จากสมการ(แบบจำลอง) มาหาความสัมพันธ์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของสมการ ดังแสดงภาพที่ 4.18 จะพบว่าค่าความเข้มข้นทั้งสองค่ามีค่าใกล้เคียงกันเกาะกลุ่มอยู่บนเส้นตรงที่ผ่านจุดศูนย์และไม่กระจายออกจากเส้นมาก และเปอร์เซ็นต์ within factor of two เท่ากับ 62% จึงแสดงให้เห็นว่าสมการที่ได้มีความเป็นไปได้ที่จะอธิบายการเปลี่ยนแปลงของ pPAHs รายชั่วโมงได้



ภาพที่ 4.18 กราฟความสัมพันธ์ค่าความเข้มข้น pPAHs ระหว่างค่าที่วัดได้จริงและค่าคาดคะเน

ในการประยุกต์ใช้แบบจำลอง ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาวิธีการควบคุมมลพิษและมลพิษทางอากาศได้โดย การควบคุมปริมาณจราจร เพราะเมื่อพิจารณาสมการถดถอย (แบบจำลอง) พบว่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่เป็นตัวแปรจากการจราจร ดังนั้นหากสามารถควบคุมและลดปริมาณจราจรได้จะสามารถลดปริมาณความเข้มข้น pPAHs ได้ เพื่อเป็นการทดสอบจึงทำการลดปริมาณจราจรที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลอง ได้แก่ ปริมาณรถบรรทุกขนาดใหญ่-รถโดยสารประจำทาง และไม้อัดประจำทาง และรถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ-รถตู้ ลง 10% และ 50% เพื่อหาความเข้มข้น pPAHs ผลการวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 4.19



ภาพที่ 4.19 การเปรียบเทียบค่าความเข้มข้น pPAHs จากค่าประมาณ ค่าคาดคะเน ค่าคาดคะเนที่ลดปริมาณจราจร 10 % และ 50 %

เมื่อนำข้อมูลความเข้มข้น pPAHs จากค่าประมาณ ค่าคาดคะเนที่ลดปริมาณจราจร 10 % และ 50 % ทดสอบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี T-test พบว่า ค่าประมาณความเข้มข้น pPAHs และค่าคาดคะเนที่ลดปริมาณจราจร 10% และ 50% แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ดังแสดงในภาคผนวก ข) จึงแสดงได้ว่าสามารถใช้แบบจำลองนี้ในการควบคุมและลดความเข้มข้นของมลสารในอากาศได้ โดยลดแหล่งกำเนิดของมลสารลงประมาณ 10 % ขึ้นไป โดยสามารถพิจารณาได้จากตารางที่ 4.16 แสดงค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงของความเข้มข้นของค่าที่ได้จากสมการ และค่าที่ลดปริมาณจราจร 10% และ 50% ตารางที่ 4.16 ค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงของความเข้มข้นของค่าที่ได้จากสมการ และค่าที่ลดปริมาณจราจร 10% และ 50%

ประเภทค่า	ค่าเฉลี่ย (mean)(ng/m ³)
ค่าประมาณ	376.64 ± 202.22
ค่าคาดคะเนที่ลดปริมาณจราจร 10%	378.74 ± 238.29
ค่าคาดคะเนที่ลดปริมาณจราจร 50%	304.31 ± 193.54