



บทที่ 3

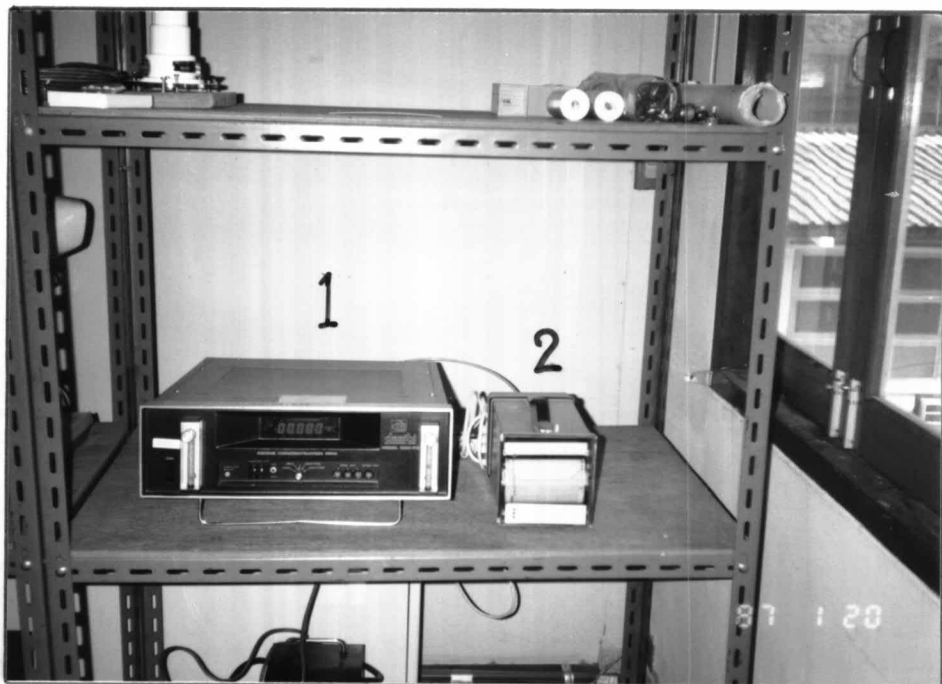
### วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

#### 3.1 วัสดุอุปกรณ์

การศึกษาความเข้มข้นของ  $O_3$  และ precursor ในกรุงเทพมหานคร เพื่อหาความสัมพันธ์ จำเป็นจะต้องใช้อุปกรณ์ในการศึกษา คือ

##### 3.1.1 เครื่อง Dasibi Model 1003 Pc. (U.S.A.)

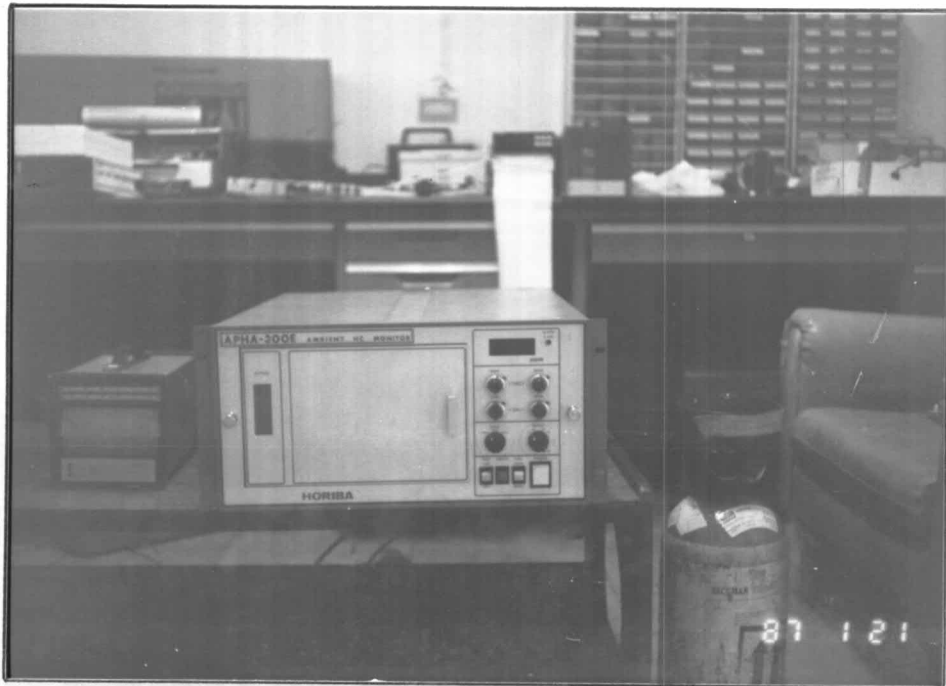
เป็นเครื่องมืออัตโนมัติ ซึ่งใช้วัดความเข้มข้นของ  $O_3$  ในบรรยากาศ โดยวิธีดูดกลืนแสง UV ของโมเลกุล  $O_3$  เมื่อมี Path length ความเข้มและความยาวช่วงคลื่นของแสง UV คงที่ ความเข้มข้นของ  $O_3$  จะมีความสัมพันธ์เป็นไปตามกฎของ Beer - Lambert Law รูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงเครื่องมือ 1. Dasibi Model 1003 Pc.  
2. V.D.O. 03/21

### 3.1.2 เครื่อง HORIBA model APHA - 300E

เป็นเครื่องมืออัตโนมัติ ซึ่งใช้วัดความเข้มข้นของ HC ในบรรยากาศ โดยการรวมตัวของ HC จากตัวอย่างอากาศกับไฮโดรเจน ( $H_2$ ) และเผาไหม้ในอากาศบริสุทธิ์ปราศจาก HC ที่ให้โดยส่วนของ Air Purifier Unit เกิดเป็นไอออนขึ้น จำนวนไอออนที่เกิดขึ้นกับปริมาณของ HC เมื่อวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดจากไอออนระหว่าง Flame nozzle และ Ion collector จะเป็นสัดส่วนกับปริมาณ HC รูปที่ 3.2



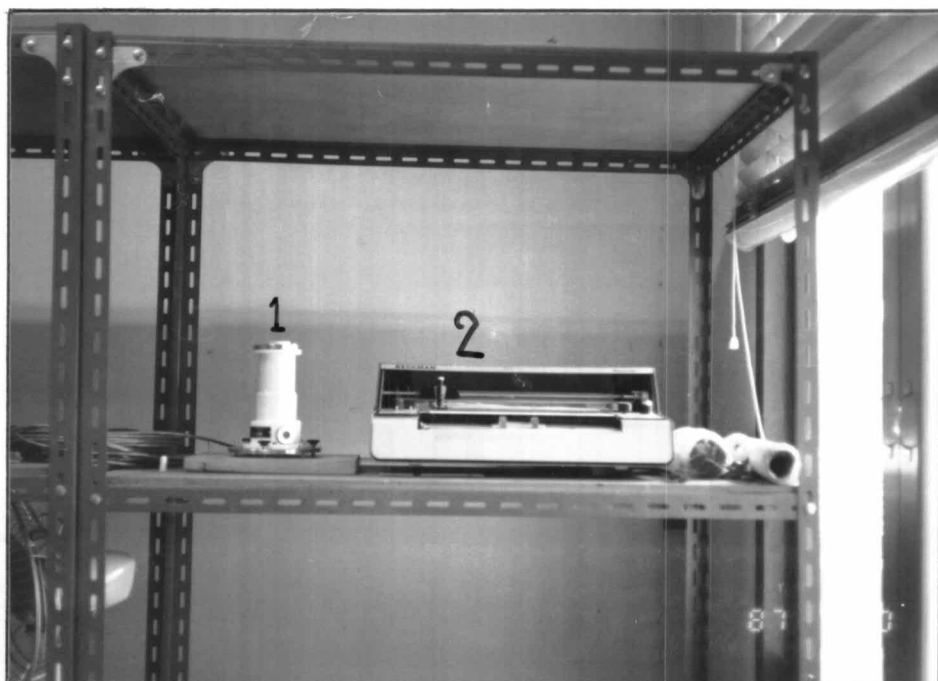
รูปที่ 3.2 แสดงเครื่องมือ HORIBA model APHA - 300 E

### 3.1.3 เครื่อง EPLAB model TUVR

เป็นเครื่องมือตรวจวัดระดับความเข้ม ของพลังงานแสง UV ในช่วงความยาวคลื่น 295 - 385 nm ด้วยวิธีการเปลี่ยนพลังงานแสง UV ไปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยโฟโตเซล (Photo cell) พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเป็นสัดส่วนกับระดับความเข้มของพลังงานแสง UV รูปที่ 3.3

### 3.1.4 เครื่องบันทึกกราฟ V.D.O. 03/21 และ Beckman recorder

เป็นเครื่องบันทึกกราฟ ทำงานโดยรับสัญญาณจากเครื่องมือตรวจวัดต่าง ๆ มาขยายและเขียนเป็นรูปกราฟ โดยระบบอิเล็กทรอนิกส์และมอเตอร์ รูปที่ 3.1 และ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงเครื่องมือ 1. EPLAB model TUVR  
2. Beckman recorder

### 3.1.5 เครื่องวัดความเข้มข้นของ $O_3$ แบบ KI

ซึ่งวัดความเข้มข้นของ  $O_3$  ในบรรยากาศ โดยการผ่านอากาศที่รู้ปริมาตร ลงไปในสารละลาย KI จากการดูดของ pump  $O_3$  จะถูกสารละลาย KI จับไว้ นำมาวิเคราะห์หาปริมาณได้โดยวิธีทางเคมี ทำให้หาความเข้มข้นได้เพื่อใช้ปรับค่าให้ถูกต้อง (Calibration) ของเครื่องมือตรวจวัดความเข้มข้นของ  $O_3$  (Dasibi Model 1003 Pc.) รูปที่ 3.4

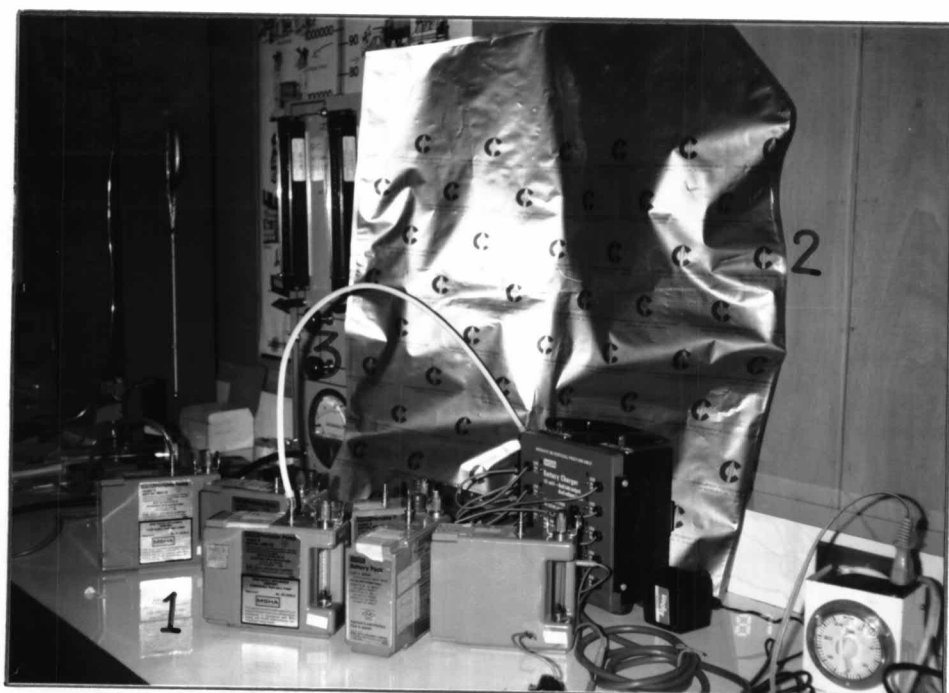
3.1.6 PUMP MSA model S. ดังรูปที่ 3.5

3.1.7 ถุง Mylar ขนาด 20 ลิตร

3.1.8 สาย Teflon



รูปที่ 3.4 แสดงเครื่องวัดความเข้มข้น  $O_3$  แบบ KI



รูปที่ 3.5 1. Pump MSA model S.  
2. ถุง Mylar ขนาด 20 ลิตร  
3. สาย Teflon



## 3.2 วิธีการศึกษา

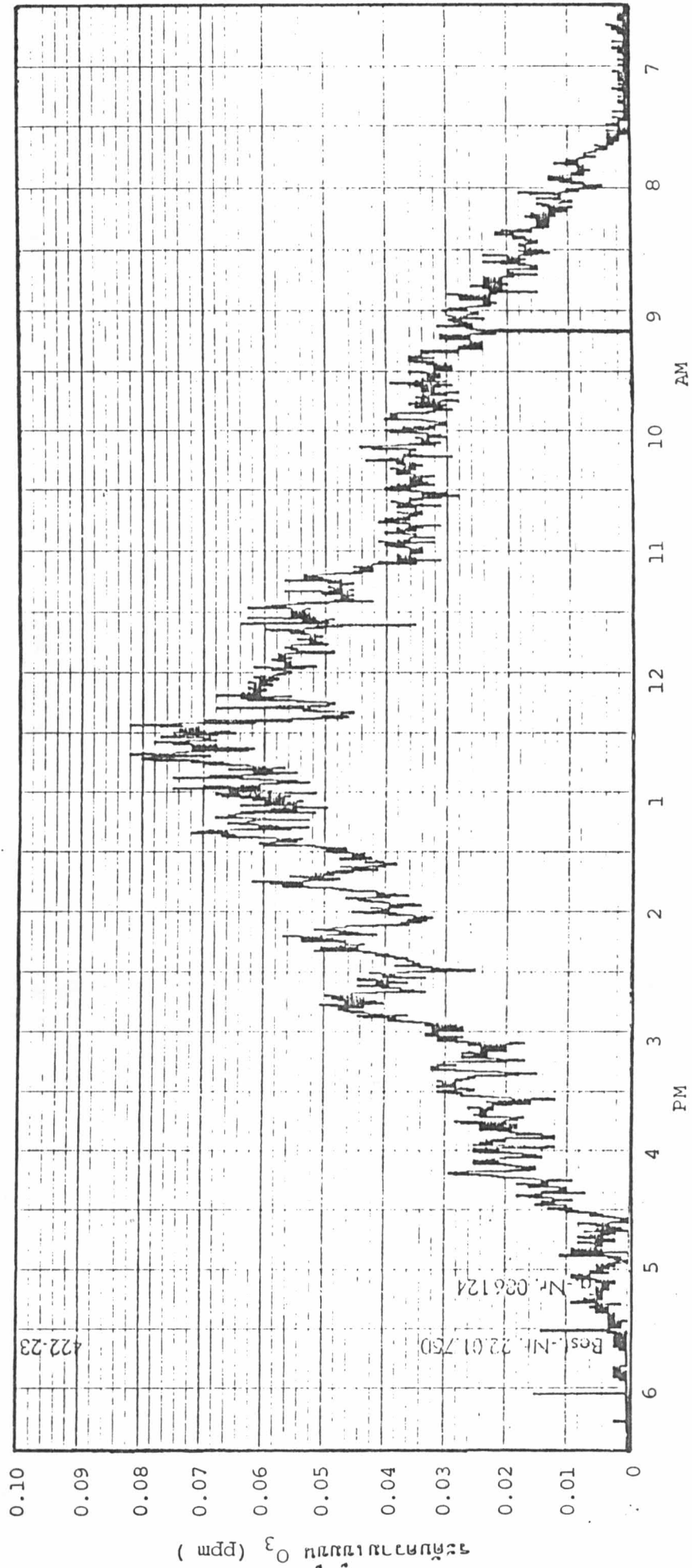
### 3.2.1 ศึกษาการใช้เครื่องมือในการตรวจวัด

#### 3.2.1.1 การตรวจวัดความเข้มข้นของ $O_3$

การตรวจวัดความเข้มข้นของ  $O_3$  อย่างต่อเนื่อง โดยใช้เครื่องมืออัตโนมัติ Dasibi Model 1003 Pc. (U.S.A.) และบันทึกผล แสดงเป็นกราฟ โดยเครื่องเขียนกราฟ V.D.O. 03/21 รูปที่ 3.6 เครื่องมือดังกล่าวจำเป็นต้องอยู่ภายในห้องทดลองปรับอากาศ เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ ฉะนั้นตัวอย่างอากาศที่ใช้ในการวิเคราะห์ของเครื่อง ได้จากการต่อสาย Teflon จากบรรยากาศภายนอกเข้าสู่เครื่อง หรือใช้ถุง Mylar เก็บตัวอย่างอากาศ โดย pump MSA นำมาวิเคราะห์ในห้องทดลอง สำหรับเครื่องมืออัตโนมัติ Dasibi model 1003 Pc. จำเป็นต้องปรับค่าเครื่องให้สามารถตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของ  $O_3$  ให้ได้ตามความเป็นจริงในบรรยากาศ (Calibration) โดยเครื่องสามารถสร้างค่าความเข้มข้นของ  $O_3$  ได้คงที่ตามความเข้มข้นต่าง ๆ ซึ่งปรับค่าได้ แต่ละค่าความเข้มข้นของ  $O_3$  ที่เครื่องสร้างออกมามีค่าคงที่นี้จำเป็นต้องทราบค่าที่แท้จริง โดยวิเคราะห์ด้วยใช้ KI และในเวลาเดียวกันนำค่า  $O_3$  ที่สร้างขึ้นนี้วัดโดยเครื่อง เพื่อนำค่าที่อ่านมาปรับค่าให้อ่านได้ตามการวิเคราะห์ด้วยวิธี KI ซึ่งเป็นค่าของความเข้มข้นของ  $O_3$  ที่สร้างขึ้นจริง ดังรูปที่ 3.4 รายละเอียดศึกษาได้จากคู่มือการใช้เครื่องมือ

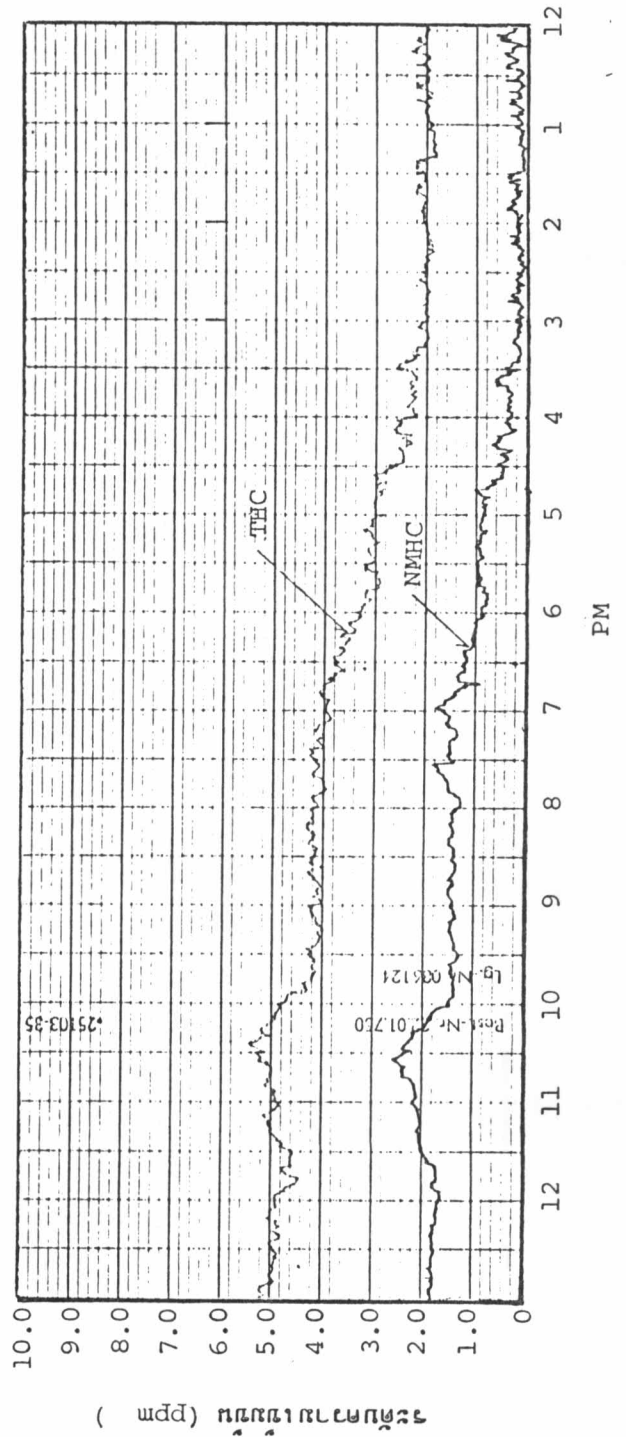
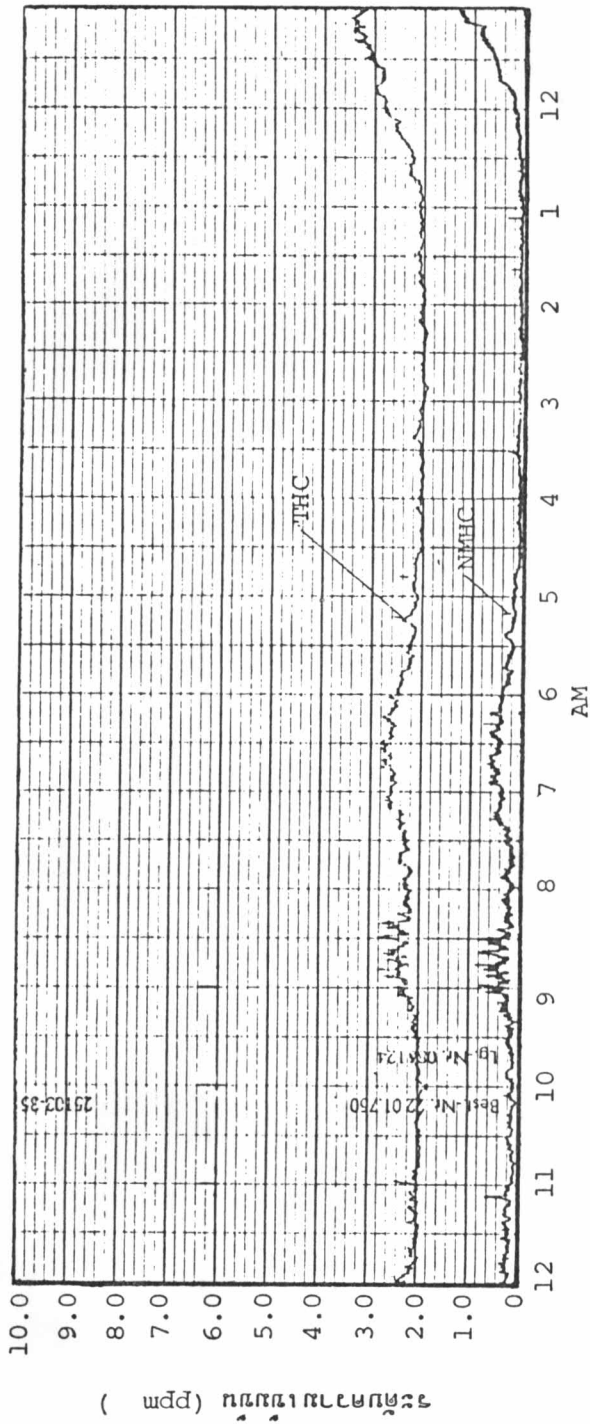
#### 3.2.1.2 การตรวจวัดความเข้มข้นของ HC

การตรวจวัดความเข้มข้นของ HC โดยใช้เครื่องมืออัตโนมัติ HORIBA model APHA - 300 E สามารถตรวจวัดได้ทั้งค่าไฮโดรคาร์บอนรวม (THC) และ NMHC เครื่องมือดังกล่าว จำเป็นต้องอยู่ในห้องปรับอากาศให้อุณหภูมิคงที่ เพราะเครื่องสามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ  $5^\circ C \sim 40^\circ C$  ซึ่งอุณหภูมิของเครื่องจะสูงขึ้นจากการเผาไหม้ภายใน การปรับค่าให้ถูกต้อง (Calibration) จำเป็นต้องใช้ค่ามีเทน ( $CH_4$ ) ที่ทราบค่านำมาปรับค่าเครื่อง เพื่อให้อ่านได้ตามค่าที่เกิดขึ้นจริงในบรรยากาศ บันทึกผลแสดงในรูปกราฟด้วยเครื่อง V.D.O. 03/21 รูปที่ 3.7



รูปที่ 3.6 ระดับของ O<sub>3</sub> ซึ่งเปลี่ยนแปลงตามเวลา

ที่มา : จากการศึกษาวิจัย บริเวณมหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 26 ธ.ค. 2529



รูปที่ 3.7 ระดับของ HC ซึ่งเปลี่ยนแปลงตามเวลา

ที่มา : จากการตรวจวัด บริเวณคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาฯ 25 ค.ค. 2527

### 3.2.1.3 การตรวจวัดความเข้มของพลังงานแสง UV

แสงจากดวงอาทิตย์ส่องมาสู่พื้นโลก แบ่งออกเป็น 3 ช่วงใหญ่ ๆ

คือ

- ก. UV. (ultraviolet) ความยาวคลื่น ( $\lambda$ )  $< 0.38 \mu\text{m}$
- ข. visible ซึ่งสามารถมองเห็นได้  $0.38 \mu\text{m} < \lambda < 0.78 \mu\text{m}$
- ค. Infrared เป็นรังสีความร้อน  $\lambda > 0.78 \mu\text{m}$

$\text{O}_3$  สามารถดูดกลืนแสงได้ดีที่สุดในช่วงความยาวคลื่น 2000 - 3200  $\text{\AA}$  ( $1\text{\AA} = 10^{-10} \text{m}$ ) และ  $\text{O}_3$  จะดูดกลืนแสงได้ 100 % ที่  $\lambda = 0.29 \mu\text{m}$  (22)

EPLAB model TUVR เป็นเครื่องตรวจวัดค่าความเข้มของพลังงานแสง UV โดยอัตโนมัติ สามารถตรวจวัดค่าความเข้มพลังงานแสง UV ในช่วง  $\lambda$  295 - 385 nm การปรับแก้เครื่องมือ (Calibration) จำเป็นจะต้องทำในห้องทดลองของบริษัท และให้มาที่คู่มือการใช้เครื่องซึ่งมีค่าแตกต่างกัน สำหรับเครื่อง EPLAB model TUVR No 26571 ได้ค่าที่ถูกต้องของเครื่องคือ 1 millivolt =  $6.99 \text{ mCalcm}^{-2} \text{ min}^{-1}$  โดยประมาณค่าความเข้มของพลังงานแสง UV ที่จะเกิดขึ้นสูงสุดของดวงอาทิตย์และดวงดาว มีค่าเท่ากับ  $0.1 \text{ Calcm}^{-2} \text{ min}^{-1}$  ฉะนั้น เครื่องบันทึกข้อมูลแสดงค่าในรูปกราฟจำเป็นต้องอ่านค่าได้สูงสุด 10 mv (full scale Valve) แล้วนำค่า millivolt ที่อ่านได้ไปคูณด้วย 6.99 จะเป็นค่าความเข้มของพลังงานแสง UV ซึ่งมีหน่วยเป็น  $\text{mCalcm}^{-2} \text{ min}^{-1}$  รูปที่ 3.8 เครื่องมือนี้จำเป็นต้องตั้งในที่ที่ได้รับแสงอาทิตย์ตลอดทั้งวันและปราศจากการรบกวนด้วยคลื่นไฟฟ้าต่าง ๆ ส่วนเครื่องบันทึกค่าเอาไว้ในห้องปรับอากาศเพื่อความคงทนของการใช้งาน

### 3.2.2 ศึกษาข้อมูลที่รวบรวมโดยหน่วยงานอื่น

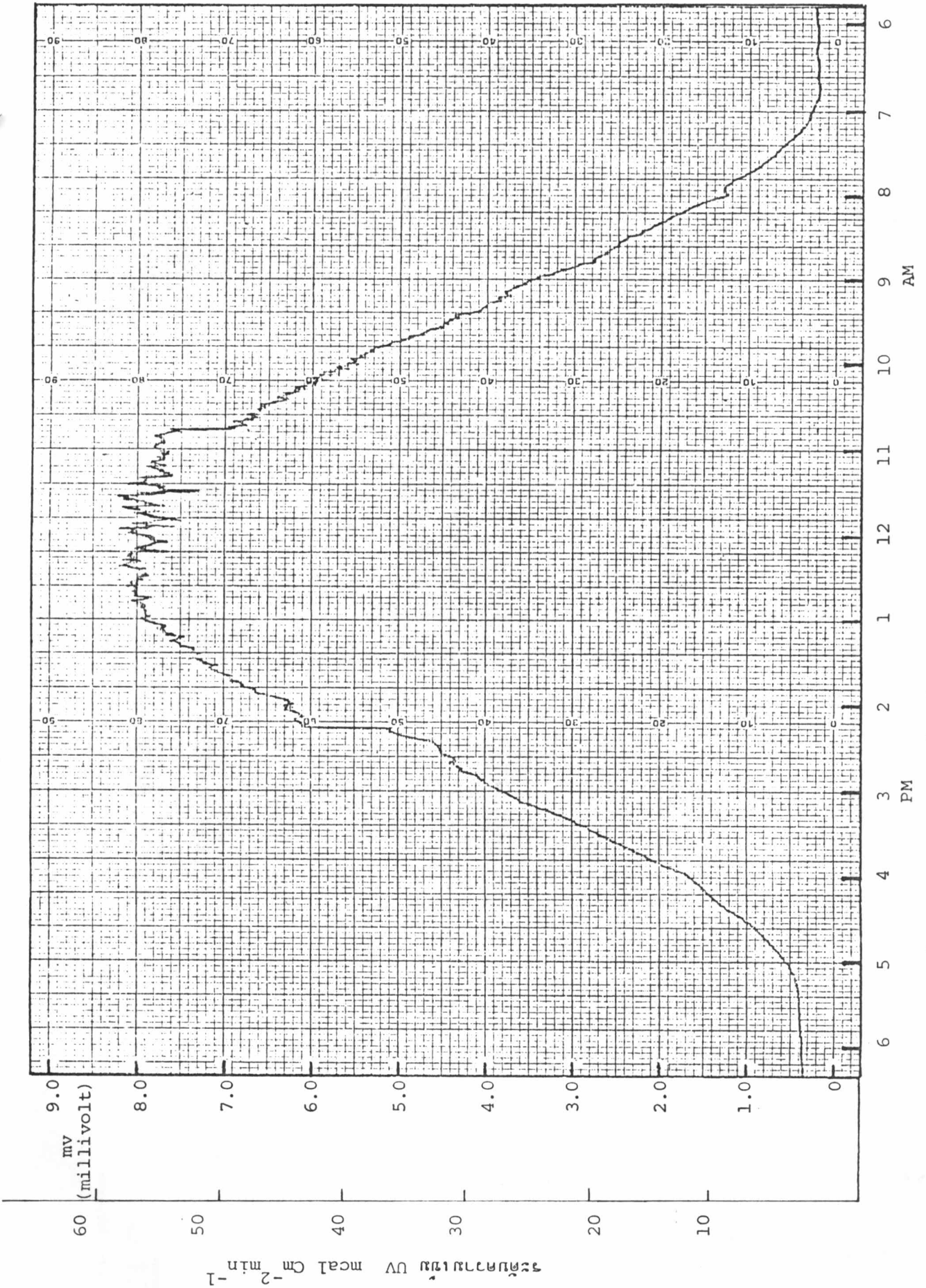
#### 3.2.2.1 ข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (ส.ว.ล.)

ก. ระดับ  $\text{O}_3$  และ  $\text{NO}_2$  ในบริเวณสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ตั้งแต่ พ.ศ. 2526 - 2528

ข. ระดับ  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$  จากบริเวณสถานีตรวจวัดอากาศ บางนา

พ.ศ. 2527





รูปที่ 3.8 ระดับของ UV ซึ่งเปลี่ยนแปลงตามเวลา

ที่มา : จากการตรวจวัดบริเวณคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วันที่ 25 ธ.ค. 2529

### 3.2.2.2 ข้อมูลที่รวบรวมโดยกรมอุตุนิยมวิทยา (อ.ต.)

ข้อมูลทิศทางและความเร็วลม ตั้งแต่ พ.ศ. 2526 - 2529 ซึ่งตรวจวัดภายในบริเวณกรมอุตุนิยมวิทยา (เอกมัย)

### 3.2.2.3 งานวิจัยของ นายเดชา วิบูลย์วัฒนากุล 2529

การวิเคราะห์แบบจำลองรูปแบบการเดินทางในกรุงเทพมหานคร

## 3.3 ขั้นตอนการศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 3.1

3.3.1 การตรวจวัดอากาศและวิเคราะห์ข้อมูลในท้องปฏิบัติการบริเวณคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาฯ

3.3.1.1 ตรวจวัดระดับของ  $O_3$  , HC และ UV ด้วยเครื่องอัตโนมัติ

3.3.1.2 หาความสัมพันธ์ ระดับสูงสุดของ  $O_3$  และ NMHC เฉลี่ย 3 ชั่วโมง ในเวลา 6.00 น. - 9.00 น.

3.3.1.3 หาความสัมพันธ์ ระดับสูงสุดของ  $O_3$  กับความเข้มสูงสุดของพลังงานแสง UV เวลากลางวัน

3.3.1.4 หาความสัมพันธ์ ระดับ  $O_3$  กับความเข้มของพลังงานแสง UV ตามเวลาของวัน

3.3.2 การตรวจวัดอากาศและวิเคราะห์ข้อมูลตามจุดต่าง ๆ ในกรุงเทพมหานคร

3.3.2.1 กำหนดจุดตรวจวัดทั่วกรุงเทพมหานครในทิศทางได้ลม

3.3.2.2 ปรับแก้ (calibration) ความเข้มข้นของ  $O_3$  เมื่อใช้ถุง Mylar เก็บอากาศโดยผ่านสาย teflon และ pump จะเห็นได้ว่า ความเข้มข้นของ  $O_3$  จะมีค่าลดลง 1 - 3 % ต่อชั่วโมง เมื่อเก็บไว้ในถุง และจากการผ่านตัวอย่างอากาศในสาย teflon pump และถุงจะมีค่าลดลง 0.015 ppm ฉะนั้นเมื่อเก็บอากาศใส่ถุง Mylar เข้ามาตรวจวัดในท้องปฏิบัติการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาฯ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง ได้ค่าเท่าไร ให้บวกด้วย 3 % ของค่าที่วัดได้ (-23) และบวกด้วย 0.015 ppm จะได้ค่าตามจุดที่เก็บนั้น

3.3.2.3 นำถุง Mylar เก็บอากาศตามจุดต่าง ๆ ดังข้อ 3.3.2.1

- ในเวลากลางวันเพื่อหาความเข้มข้นสูงสุด

- ตามเวลาของวันในทิศทางได้ลม เพื่อหาความเข้มข้นที่เปลี่ยนแปลง

3.3.2.4 หาความสัมพันธ์ ระดับสูงสุด  $O_3$  ในทิศทางใต้ลม กับระยะทางที่ห่างจากจุดฟ้า

3.3.2.5 หาความสัมพันธ์ของระดับ  $O_3$  ตามเวลาของวัน ในทิศทางใต้ลม กับเหนือลม (จุดฟ้า)

### 3.3.3 ข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้โดยหน่วยงานอื่น

3.3.3.1 จาก สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

- ระดับของ  $O_3$  ที่เปลี่ยนแปลงตาม เวลาของวัน
- ระดับของ  $NO$  ,  $NO_2$  ที่เปลี่ยนแปลงตาม เวลาของวัน

3.3.3.2 จากการวิจัยของ นายเดชา วิบูลย์วัฒนากุล 2529

- หาเขตที่มีความหนาแน่นรถยนต์สูงสุด

3.3.3.3 จาก กรมอุตุนิยมวิทยา

- ทิศทางและความ เร็วลม
- หาความสัมพันธ์ของทิศทางและความ เร็วลมกับตำแหน่งของ  $O_3$  สูงสุดในทิศทางใต้ลมของ เขตที่มีความหนาแน่นของรถยนต์สูงสุด

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอน	2526	2527	2528	2529	2530
1. การตรวจวัดในห้องปฏิบัติการ วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาฯ					
1.1 ความเข้มข้น O <sub>3</sub>	-	23 - 29 ต.ค.	-	18 - 29 ธ.ค.	-
1.2 ความเข้มข้น HC	-	23 - 29 ต.ค.	-	-	-
1.3 ความเข้มของพลังงานแสง UV	-	-	-	17 - 22 ต.ค.	-
	-	-	-	3 - 10 พ.ย.	-
	-	-	-	18 - 20 พ.ย.	-
	-	-	-	18 - 29 ธ.ค.	-
2. ตรวจวัดตามจุดต่าง ๆ ในกรุงเทพมหานคร					
2.1 กำหนดจุดเก็บ	-	-	-	4 - 5 ก.ย.	-
2.2 Calibration อู่เก็บ	-	-	-	24 - 25 ก.ย.	-
2.3 เก็บอากาศตามจุดต่าง ๆ ในเวลากลางวัน	-	-	-	26ก.ย. - 20 พ.ย.	-
2.4 เก็บอากาศตามเวลาของวันในจุดใดลม	-	-	-	18 - 19 พ.ย.	-
3. ศึกษาข้อมูลที่รวบรวมโดยหน่วยงานอื่น					
3.1 ความเข้มข้น O <sub>3</sub>	2 พ.ค.-21 มิย.	-	-	-	-
3.2 ความเข้มข้น NO	-	20 พ.ย.-25 ธ.ค. (บางนา)	6 - 16 พ.ค. (สวล.)	-	-
3.3 ความเข้มข้น NO <sub>2</sub>	-	20 พ.ย.-25 ธ.ค. (บางนา)	6 - 16 พ.ค. (สวล.)	-	-
4. วิเคราะห์ วิจารณ์ และสรุปผลการวิจัย	-	-	-	-	ม.ค.-มี.ค.
5. เขียน พิมพ์และเสนอรายงาน	-	-	-	-	มี.ค.-พ.ค.