# บทที่ 3

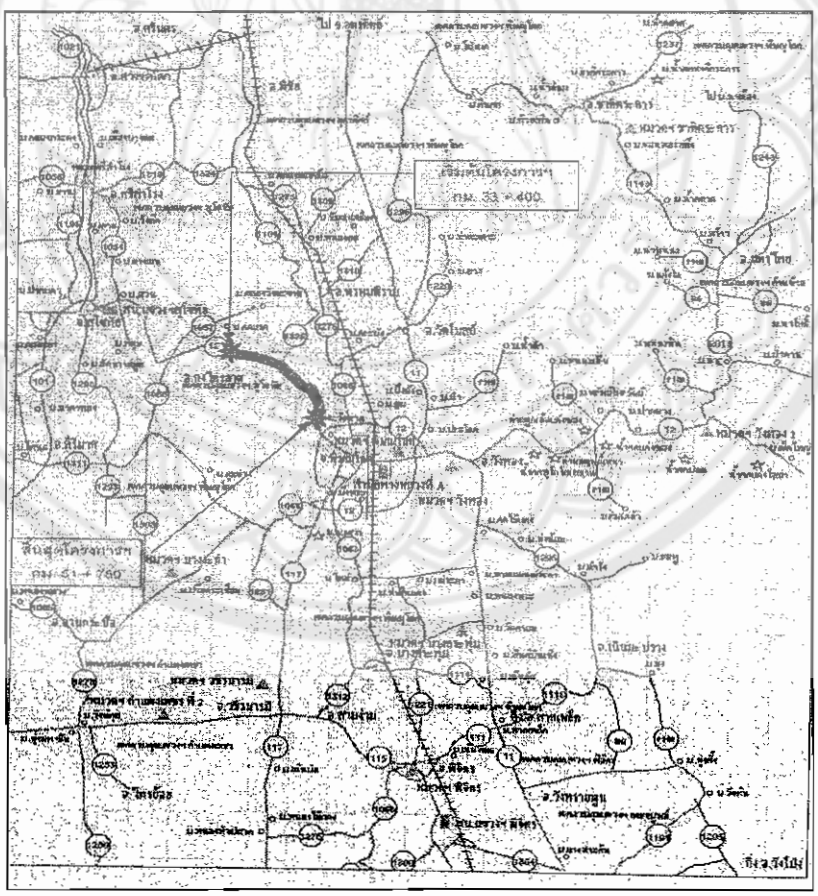
# วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลกระทบของฝุ่น PM10 ต่อชุมชนบริเวณก่อสร้างถนน ถนนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 12 สายพิษณุโลก – สุโขทัย มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

## 3.1 พื้นที่ทำการทดลอง

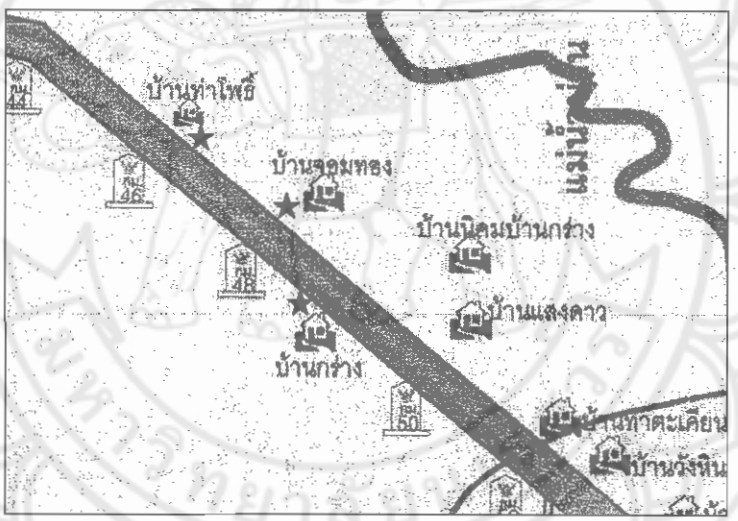
### 3.1.1ลักษณะพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาปริมาณฝุ่น PM10 ตั้งอยู่ชุมชนบ้านกร่าง(กิโลเมตร 49), ชุมชนบ้านจอมทอง (กิโลเมตร 48) และชุมชนบ้านท่าโพธิ์ (กิโลเมตร 46) บนถนนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 12 สายพิษณุโลก – สุโขทัย ดังภาพ 15



ภาพ 15 แผนที่โดยสังเขปของพื้นที่ศึกษา

ศึกษาปริมาณฝุ่น PM10 จากบริเวณถนนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 12 สาย พิษณุโลก – สุโขทัย ที่กำลังทำการก่อสร้าง เพื่อขยายช่องทางการจราจรจาก 2 เป็น 4 ช่องทางการจราจร ดำเนินการก่อสร้างโดยบริษัทเทิดไท เทรดดิ้ง จำกัด เริ่มต้นสัญญาวันที่ 6 ตุลาคม 2547 กำหนดแล้วเสร็จ 29 มีนาคม 2547 ระยะเวลาทำการก่อสร้าง 540 วัน ระยะทาง 18.95 กิโลเมตร ออกแบบและควบคุมโครงการโดย กรมทางหลวง ได้มีการแบ่งการก่อสร้างถนนออกเป็นช่วงๆ และยังคงมีการจราจรของยานพาหนะตลอดเส้นทางที่ทำการก่อสร้าง ช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ธันวาคม 2548 – มีนาคม 2549 ในการศึกษาเบื้องต้นได้ทำการสำรวจการจราจรพบปริมาณการจราจร 5 ชั่วโมงเท่ากับ 5,291 คัน เฉลี่ย 1,058 คัน/ชั่วโมง จากการสำรวจลักษณะพื้นที่โดยทั่วไปบริเวณริมถนนมีชุมชนอาศัยอยู่เป็นช่วงๆ ตลอดเส้นทางการก่อสร้างถนน ได้แก่ ชุมชนบ้านกร่าง บ้านจอมทอง และบ้านท่าโพธิ์ ดังภาพ 16



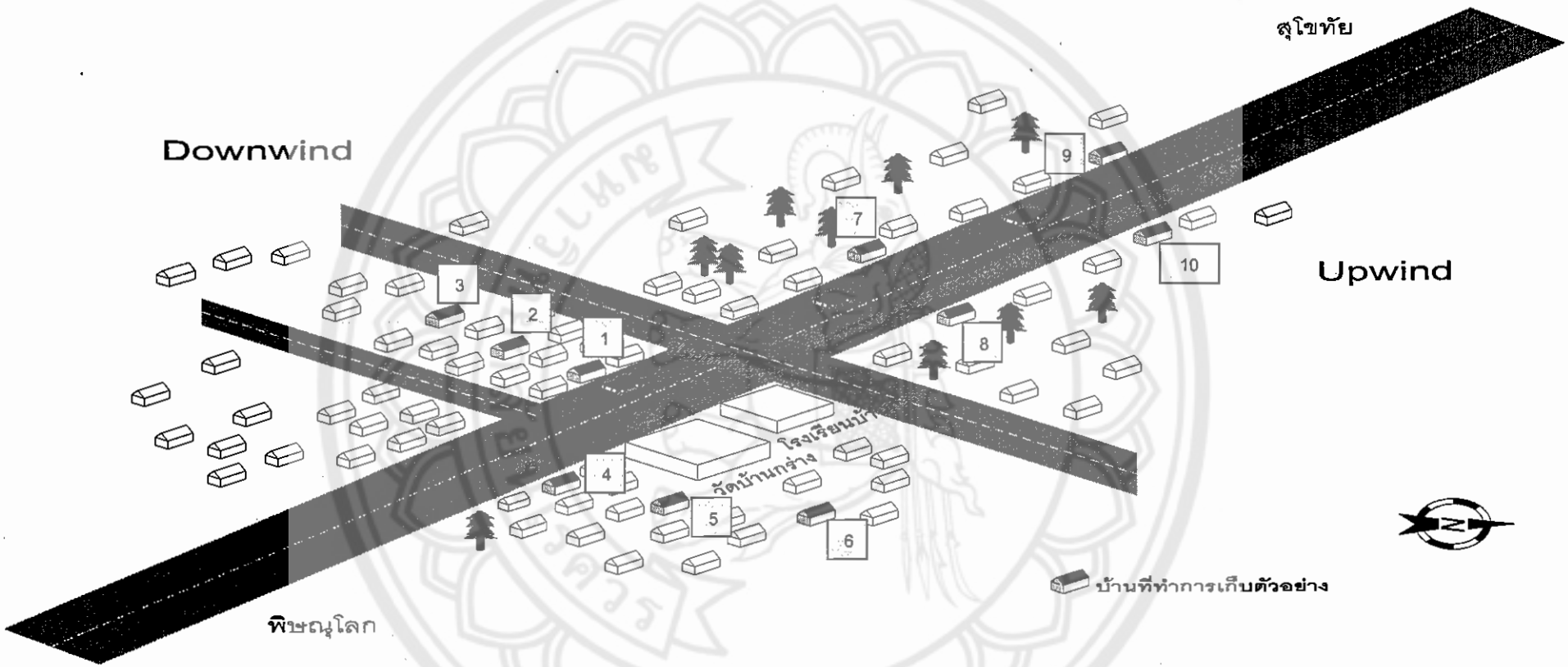

ภาพ 16 พื้นที่ศึกษาในชุมชนบริเวณถนนที่ทำการก่อสร้าง

3.1.2 ลักษณะบ้านที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง

เลือกบ้านที่ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่น ในเขตชุมชนและใกล้เคียงกับพื้นที่การก่อสร้างถนน เพื่อให้ตัวอย่างของฝุ่นที่ได้เป็นตัวแทนของฝุ่น PM10ที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้างถนน สำหรับใน ชุมชนบ้านกร่าง มีการศึกษาปริมาณฝุ่น PM10 โดยมีการเก็บตัวอย่าง จากบ้านที่ห่างจากถนน 5 เมตร (บ้านที่ 1และ4), บ้านที่ห่างจากถนน 50 เมตร (บ้านที่ 2และ5) และบ้านที่อยู่ห่างจากถนน 100 เมตร (บ้านที่ 3 และ6) ชุมชนบ้านจอมทอง มีการศึกษาปริมาณฝุ่น PM10 โดยมีการเก็บตัวอย่าง จากบ้านที่ห่างจากถนน 5 เมตร (บ้านที่ 7 และ8)ชุมชนบ้านท่าโพธิ์ มีการศึกษาปริมาณฝุ่น PM10 โดยมีการเก็บตัวอย่าง จากบ้านที่ห่างจากถนน 5 เมตร (บ้านที่ 9 และ10) ดังภาพ 17

ในการเลือกเก็บตัวอย่างฝุ่นที่ระยะห่างจากถนน 5, 50 และ 100 เมตร อ้างอิงจากการศึกษาของ Kingham ในปี 2542 จึงเลือกบ้านที่อยู่อาศัยใกล้บริเวณถนนสายหลัก บริเวณที่อยู่ใกล้เคียง ภายใน 50 เมตร จากถนนสายหลัก และ บริเวณที่อยู่ห่างจากถนนสายหลักมากกว่า 50 เมตร เป็น Background และอ้างอิงจากการศึกษาของ Gillies ปี 2548 ทำการเก็บตัวอย่างที่ระยะห่างจากถนน 50 และ 100 เมตร จากถนน และเนื่องมาจากการสำรวจเบื้องต้นพบว่า ชุมชนบ้านกร่างเป็นชุมชนที่มีประชากรอาศัยอยู่จำนวนมาก จึงทำให้มีถนนภายในหมู่บ้านหลายสาย ดังนั้นหากติดตั้งจุดเก็บตัวอย่างไกลออกไปทำให้ตัวอย่างที่ได้มีแหล่งกำเนิดจากหลายถนน ทำให้การเก็บตัวอย่างไม่เป็นตัวแทนของฝุ่นที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้างถนน และจากจราจรบนถนนที่กำลังก่อสร้าง

ลักษณะของบ้านที่เลือกในการเก็บตัวอย่าง เลือกบ้านที่มีลักษณะคล้ายกัน โดยมีการจัดทำแบบสำรวจ ซึ่งได้จากการสัมภาษณ์และสังเกต เรื่อง ข้อมูลทั่วไป สภาพแวดล้อมของครัวเรือนและข้อมูลด้านสุขภาพ ดังภาคผนวก 1 สรุปในตาราง 10 และรายละเอียดลักษณะของบ้านและจุดเก็บตัวอย่างภายในบ้าน ดังภาคผนวก 2




ภาพ 17 ตำแหน่งบ้านที่ทำการศึกษาในชุมชนบ้านกร่าง บ้านจอมทองและบ้านท่าโพธิ์

ตาราง 10 สรุปข้อมูลการสำรวจเบื้องต้นสำหรับบ้านที่เก็บตัวอย่าง

| จุดเก็บตัวอย่าง | สภาพแวดล้อม | | | | | | ด้านสุขภาพ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ลักษณะบ้าน | พื้นที่ | จำนวนผู้อาศัย | การปลูกต้นไม้ | เชื้อเพลิงในการหุงต้ม | การสูบบุหรี่ | Asthma | Bronchitis | โรคทางเดินหายใจส่วนต้น | โรคภูมิแพ้ |
| บ้านหลังที่ 1 | บ้านเดี่ยว 2 ชั้น | 72 ตารางวา | 4 คน | เล็กน้อย | LPG | X | X | X | X | X |
| บ้านหลังที่ 2 | บ้านเดี่ยว 2 ชั้น | 1 ไร่ 2 งาน | 4 คน | เล็กน้อย | LPG | X | X | X | X | X |
| บ้านหลังที่ 3 | ชั้นเดียวใต้ถุนโล่ง | 1 ไร่ 1 งาน | 2 คน | เล็กน้อย | LPG | X | X | X | X | X |
| บ้านหลังที่ 4 | บ้านเดี่ยว 2 ชั้น | 150 ตารางวา | 5 คน | เล็กน้อย | LPG | X | X | X | X | X |
| บ้านหลังที่ 5 | ชั้นเดียวใต้ถุนโล่ง | 50 ตารางวา | 4 คน | เล็กน้อย | LPG | X | X | X | X | X |
| บ้านหลังที่ 6 | บ้านเดี่ยว 2 ชั้น | 1 ไร่ 50 ตารางวา | 4 คน | เล็กน้อย | LPG | X | X | X | X | X |
| บ้านหลังที่ 7 | บ้านเดี่ยว 2 ชั้น | 115 ตารางวา | 5 คน | เล็กน้อย | LPG | X | X | X | X | X |
| บ้านหลังที่ 8 | บ้านเดี่ยว 2 ชั้น | 98 ตารางวา | 4 คน | เล็กน้อย | LPG | X | X | X | X | X |
| บ้านหลังที่ 9 | บ้านเดี่ยว 2 ชั้น | 215 ตารางวา | 4 คน | เล็กน้อย | LPG | X | X | X | X | X |
| บ้านหลังที่ 10 | บ้านเดี่ยว 2 ชั้น | 150 ตารางวา | 4 คน | เล็กน้อย | LPG | X | X | X | X | X |

## 3.2 ข้อจำกัดในงานวิจัย

**การทดลองเบื้องต้น**

**ได้ทำการศึกษาปริมาณฝุ่น PM10 บริเวณริมถนน จากชุมชนบ้านกร่าง ในช่วงวันที่** 18 - 24 ธันวาคม 2548 ที่ 5 และ 24 ชั่วโมง **พบปริมาณฝุ่น** PM10 ดังตาราง 11

ตาราง 11 ปริมาณฝุ่น PM10 ริมถนนชุมชนบ้านกร่าง วันที่ 18 - 24 ธันวาคม 2548

| วันที่ | PM10 ($\mu g/m^3$) 5 ชั่วโมง | PM10 ($\mu g/m^3$) 24 ชั่วโมง |
|---|---|---|
| 18/12/49 | 160.73 | 146.48 |
| 19/12/49 | 170.54 | 154.83 |
| 20/12/49 | 165.32 | 151.30 |
| 21/12/49 | 157.19 | 141.59 |
| 22/12/49 | 166.47 | 144.52 |
| 23/12/49 | 159.81 | 147.15 |
| 24/12/49 | 162.22 | 141.42 |
| เฉลี่ย | 163.18 | 146.76 |

การวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เพื่อทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM10 บริเวณริมถนน ไม่มีความแตกต่างกัน โดยการคำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป **ดังภาคผนวก 3 กำหนดสมมติฐานดังนี้**

**สมมติฐาน** $H_0$ **; ปริมาณฝุ่น PM10 บริเวณริมถนน ช่วงเวลา 5, 24 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ** 0.05

$H_1$ **; ปริมาณฝุ่น PM10 บริเวณริมถนน ช่วงเวลา 5, 24 ชั่วโมง มีความแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ** 0.05

**เนื่องจาก** Significant (Sig) **มีค่าเท่ากับ** 0.996 **และ** 0.974 **มากกว่าที่ระดับ** 0.05 **จึงยอมรับ สมมติฐาน** $H_1$ **และปฏิเสธสมมติฐาน** $H_0$

**แสดงว่า** **ปริมาณฝุ่น** PM10 **บริเวณริมถนน ช่วงเวลา** 5, 24 **ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ** 0.05

เนื่องจากเครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่น (High Volume Air sampler) มีจำนวนจำกัด จึงออกแบบการทดลองให้มีการเก็บตัวอย่าง 1 สัปดาห์ แสดงดังตารางข้างต้น พบว่า ในช่วงวันที่ 18 - 24 ธันวาคม 2548 มีปริมาณฝุ่น PM10 จากกิจกรรมการสร้างถนน พื้นทาง ไหล่ทางและเกาะกลางถนน เก็บตัวอย่างต่อเนื่อง 5 และ 24 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เนื่องจากมีข้อจำกัด คือ ปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้นไม่แตกต่างกันในแต่ละวัน เนื่องจากผู้ประกอบการได้ถมดินเกาะกลางและไหล่ทางถนนตลอดทั้งสายและมีกิจกรรมการขนดิน ในแต่ละวันคล้ายกัน

### 3.3 การดำเนินการวิจัย

**แผนการดำเนินการวิจัย**

**จุดเก็บตัวอย่างฝุ่นชุมชนบ้านกร่าง**

**ในการวิจัยครั้งนี้เก็บตัวอย่างจากชุมชนบ้านกร่าง 6 จุด ปริมาณฝุ่น PM10 ทิศเหนือลม** 9 ตัวอย่าง ทิศใต้ลม 9 ตัวอย่าง ปริมาณฝุ่น PM10 โดยวิธี Low Volume Air Sampler ภายในบ้านจุดเก็บตัวอย่างละ 3 ตัวอย่าง รวม 18 ตัวอย่าง ภายนอกบ้านจุดเก็บตัวอย่างละ 3 ตัวอย่าง รวม 18 ตัวอย่าง และปริมาณฝุ่นตกจุดเก็บตัวอย่างละ 3 ตัวอย่างรวม 18 ตัวอย่าง รวมจำนวนตัวอย่างที่เก็บจากชุมชนบ้านกร่าง 72 ตัวอย่าง โดยมีจำนวนการเก็บตัวอย่างดังตาราง 12 และวันที่ทำการเก็บตัวอย่างดังตาราง 13

ตาราง 12 จำนวนการเก็บตัวอย่าง

| จุดเก็บตัวอย่างอากาศ | พารามิเตอร์ | จำนวนตัวอย่าง (ตัวอย่าง) | |
|---|---|---|---|
| | | 5 ชั่วโมง | 24 ชั่วโมง |
| จุดเก็บตัวอย่างบ้านที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 | - ฝุ่น PM10 ภายใน | 3 | 3 |
| | - ฝุ่น PM10 นอกบ้าน | 3 | 3 |
| | - ฝุ่น PM10 ริมถนน | 3 | 3 |
| | - ปริมาณฝุ่นตก ที่ระดับความสูง 1, 2, 3, 4, 5 เมตรจากพื้นดิน | 3 | 3 |

ตาราง 13 วันที่ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่น PM10 ชุมชนบ้านกร่าง

| พารามิเตอร์ | กุมภาพันธ์ 2549 | | | | | | | | มีนาคม 2549 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 18 | 19 | 20 | 23 | 24 | 25 | 27 | 28 | 1 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 | 11 | 12 | 13 |
| บ้านที่ 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - ฝุ่น PM10 ริมถนน | * | * | * | | | | * | * | * | | | | * | * | * | | | |
| - ฝุ่น PM10 นอกบ้าน | * | | | | | | * | | | | | | * | | | | | |
| - ฝุ่น PM10 ในบ้าน | * | | | | | | * | | | | | | * | | | | | |
| - ปริมาณฝุ่นตก | * | | | | | | * | | | | | | * | | | | | |
| บ้านที่ 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - ฝุ่น PM10 นอกบ้าน | | * | | | | | | * | | | | | | * | | | | |
| - ฝุ่น PM10 ในบ้าน | | * | | | | | | * | | | | | | * | | | | |
| - ปริมาณฝุ่นตก | | * | | | | | | * | | | | | | * | | | | |
| บ้านที่ 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - ฝุ่น PM10 นอกบ้าน | | | * | | | | | | * | | | | | | * | | | |
| - ฝุ่นPM10 ในบ้าน | | | * | | | | | | * | | | | | | * | | | |
| - ปริมาณฝุ่นตก | | | * | | | | | | * | | | | | | * | | | |
| บ้านที่ 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - ฝุ่น PM10 ริมถนน | | | | * | * | * | | | | * | * | * | | | | * | * | * |
| - ฝุ่นPM10 นอกบ้าน | | | | * | | | | | | * | | | | | | * | | |
| - ฝุ่น PM10 ในบ้าน | | | | * | | | | | | * | | | | | | * | | |
| - ปริมาณฝุ่นตก | | | | * | | | | | | * | | | | | | * | | |
| บ้านที่ 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - ฝุ่น PM10 นอกบ้าน | | | | | * | | | | | | * | | | | | | * | |
| - ฝุ่น PM10 ในบ้าน | | | | | * | | | | | | * | | | | | | * | |
| - ปริมาณฝุ่นตก | | | | | * | | | | | | * | | | | | | * | |
| บ้านที่ 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **- ฝุ่น PM10 นอกบ้าน** | | | | | | * | | | | | | * | | | | | | * |
| **- ฝุ่น PM10 ในบ้าน** | | | | | | * | | | | | | * | | | | | | * |
| **- ปริมาณฝุ่นตก** | | | | | | * | | | | | | * | | | | | | * |

**จุดเก็บตัวอย่างฝุ่นชุมชนบ้านจอมทอง**

**ในการวิจัยครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างจากชุมชนจอม 2 จุด ปริมาณฝุ่น PM10 ทิศเหนือลม 3 ตัวอย่าง ทิศใต้ลม 3 ตัวอย่าง ปริมาณฝุ่น PM10 โดยวิธี Low Volume Air Sampler ภายในบ้าน** 3 ตัวอย่าง ภายนอกบ้าน 3 ตัวอย่าง และปริมาณฝุ่นตกจุดเก็บตัวอย่างละ 3 ตัวอย่างรวม 6 ตัวอย่าง รวมจำนวนตัวอย่างที่เก็บจากชุมชนบ้านจอมทองทั้งสิ้น 24 ตัวอย่าง โดยมีการดำเนินการเก็บตัวอย่างดังตาราง 12 และวันที่ทำการเก็บตัวอย่างดังตาราง 14

ตาราง 14 วันที่ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่น PM10 ชุมชนบ้านจอมทอง

| พารามิเตอร์ | มีนาคม 2549 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 15 | 16 | 17 | 18 | 20 | 21 |
| บ้านที่ 7 | | | | | | |
| - ฝุ่น PM10 ริมถนน | * | | * | | * | |
| - ฝุ่น PM10 นอกบ้าน | * | | * | | * | |
| - ฝุ่น PM10 ในบ้าน | * | | * | | * | |
| - ปริมาณฝุ่นตก | * | | * | | * | |
| บ้านที่ 8 | | | | | | |
| - ฝุ่น PM10 ริมถนน | | * | | * | | * |
| - ฝุ่น PM10 นอกบ้าน | | * | | * | | * |
| - ฝุ่น PM10 ในบ้าน | | * | | * | | * |
| - ปริมาณฝุ่นตก | | * | | * | | * |

**จุดเก็บตัวอย่างชุมชนบ้านท่าโพธิ์**

**ในการวิจัยครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างจากชุมชนบ้านท่าโพธิ์ 2 จุด ปริมาณฝุ่น PM10 ทิศเหนือลม 3 ตัวอย่าง ทิศใต้ลม 3 ตัวอย่าง ปริมาณฝุ่น PM10 โดยวิธี Low Volume Air Sampler ภายในบ้าน 3 ตัวอย่าง ภายนอกบ้าน 3 ตัวอย่าง และปริมาณฝุ่นตกจุดเก็บตัวอย่างละ 3 ตัวอย่าง รวม 6 ตัวอย่าง รวมจำนวนตัวอย่างที่เก็บจากชุมชนบ้านท่าโพธิ์ทั้งสิ้น 24 ตัวอย่าง โดยมีจำนวนการเก็บตัวอย่างดังตาราง 12 และวันที่ทำการเก็บตัวอย่างดังตาราง 15**

ตาราง 15 วันที่ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่น PM10 ชุมชนบ้านท่าโพธิ์

| พารามิเตอร์ | มีนาคม 2549 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 22 | 23 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| บ้านที่ 9 | | | | | | |
| - ฝุ่น PM10 ริมถนน | * | | * | | * | |
| - ฝุ่น PM10 นอกบ้าน | * | | * | | * | |
| - ฝุ่น PM10 ในบ้าน | * | | * | | * | |
| - ปริมาณฝุ่นตก | * | | * | | * | |
| บ้านที่ 10 | | | | | | |
| - ฝุ่น PM10 ริมถนน | | * | | * | | * |
| - ฝุ่น PM10 นอกบ้าน | | * | | * | | * |
| - ฝุ่น PM10 ในบ้าน | | * | | * | | * |
| - ปริมาณฝุ่นตก | | * | | * | | * |

### 3.4 การตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง

#### 3.4.1 ปริมาณฝุ่น PM10 โดย High volume air sampler

**วิธีกราวิเมตริกไฮโวลุม** (Gravimetric high Volume Method)

**หลักการ**

วิธี Gravimetric high Volume Method เป็นวิธีที่ใช้หาความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศ โดยอากาศจำนวนหนึ่งที่ทราบปริมาตรแน่นอนถูกดูดผ่านกระดาษกรองชนิด Glass Micro Fiber Filter ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว ชั่งหาน้ำหนักกระดาษกรองภายหลังจากผ่านการดูดอากาศดังกล่าว ภายใต้การควบคุม ผลต่างของน้ำหนักกระดาษกรองทั้ง 2 ครั้ง จะเป็นน้ำหนักของฝุ่นละอองในปริมาตรของอากาศที่ถูกดูด วิธีนี้เหมาะสำหรับการเก็บตัวอย่างปริมาณมาก และยังสามารถใช้หาสารปนเปื้อนอื่นๆ เช่น พวกโลหะหนักต่างๆ ด้วย แต่มีข้อเสียคือ ต้องคอยเปลี่ยน Filter ตามกำหนดเวลา และการชั่งน้ำหนักของกระดาษกรอง ซึ่งความชื้นมีผลเป็นอย่างมาก

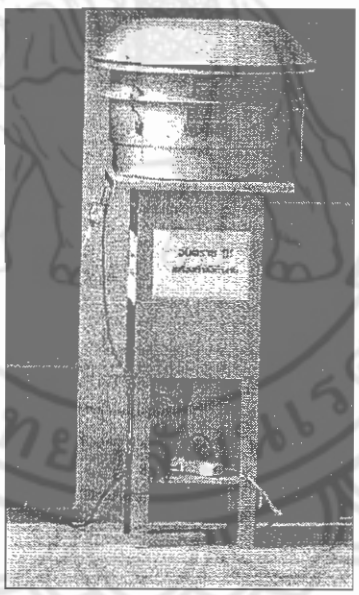
ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง อากาศจะถูกดูดผ่านกระดาษกรอง(Glass Micro Fiber Filter) ที่ทราบพื้นที่แน่นอน โดยเครื่องดูดอากาศมีอัตราเร็วของการดูดอากาศคงที่ประมาณ 1.2 ลบ.ม./

นาที ฝุ่นละอองที่ดูดเข้ามาจะผ่านการคัดเลือกขนาดโดยหัวเก็บอนุภาคฝุ่นละออง PM10 และจะถูกกรองที่กระดาษกรอง ความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศมีหน่วยเป็น ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร หาได้จากน้ำหนักฝุ่นในอากาศ หารด้วยปริมาตรของอากาศที่ถูกดูด อากาศจะถูกดูดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในสภาวะปกติ ถ้าอากาศมีสภาวะของฝุ่นมากให้ลดเวลาลงเหลือ 6-8 ชั่วโมง

อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างอากาศ ประกอบด้วย

1. กระดาษกรอง ทำด้วยใยแก้ว (Glass Micro Fiber Filter) ซึ่งใช้สำหรับการเก็บตัวอย่างอากาศโดยวิธี High Volume โดยเฉพาะ มีพื้นที่ 20.3 x 25.4 ตารางเซนติเมตร หรือขนาด 8 x 10 ตารางนิ้ว สามารถจับฝุ่นละอองขนาดตั้งแต่ 0.3 ไมโครเมตร ได้ไม่ต่ำกว่า 99 %

2. เครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศชนิด High Volume Sampler มีส่วนประกอบดังนี้ (ภาพ 18)



ภาพ 18 เครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศชนิด High Volume Sampler และหัวคัดแยก PM10

2.1 ส่วนใส่ตัวกรองหรือกระดาษกรอง เรียกว่า Filter Holder มีส่วนต่างๆ ดังนี้

2.1.1 ตะแกรงสำหรับวางกระดาษกรอง

2.1.2 ตัวจับกระดาษกรองให้อยู่กับที่ ประกอบด้วย แผ่นยาง (Gasket) แผ่นโลหะ (Face Plate) รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดประมาณ 18 x 23 ตารางเซนติเมตร สำหรับให้อากาศเคลื่อนที่ผ่าน และมีสกรู 4 ตัว สำหรับยึดแผ่นโลหะ Face Plate อีกทีหนึ่ง

2.2 ส่วนของปั๊มหรือมอเตอร์ (Motor) สำหรับดูดอากาศให้ไหลผ่านกระดาษกรองด้วยอัตราการไหลที่ค่าคงที่อย่างน้อย 2 ลิตรต่อนาที

2.3 เครื่องตั้งเวลา(Timer) ที่บอกเวลาได้ถึง 24 ชั่วโมง หรือ 1,440 นาที และมีค่าความถูกต้อง ±1 นาที

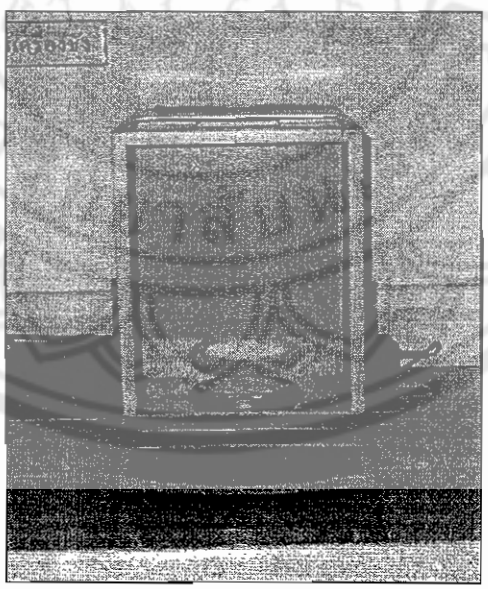
2.4 เครื่องควบคุมอัตราการไหล (Flow Controller) ที่มามารถควบคุมอัตราการไหลของอากาศได้แม่นยำถึง ± 0.028 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

2.5 เครื่องบันทึกอัตราการไหล (Flow Recorder) ใช้บันทึกแรงดันของอากาศในรูปความสูงของระดับน้ำได้ตั้งแต่ 0 – 25 เซนติเมตร และสามารถบันทึกอัตราการไหลของอากาศลงบนกราฟวงกลม (Circular Chart) ต่อเนื่องกัน 24 ชั่วโมงได้

2.6 โครงเครื่องเก็บตัวอย่าง (Sampler Shelter ) ทำด้วย Anodized Aluminum หนา 0.2 เซนติเมตร ด้านบนมีหลังคาสำหรับป้องกันสิ่งสกปรกไม่ให้ตกลงบนกระดาษกรอง

**อุปกรณ์สำหรับการตรวจวิเคราะห์** ประกอบด้วย

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด สำหรับชั่งตัวอย่างกระดาษกรองขนาด 8x10 ตารางนิ้ว เครื่องชั่งมีทศนิยม 5 ตำแหน่ง (ภาพ 19)



**ภาพ 19 เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียดทศนิยม 5 ตำแหน่ง**

2. คีมคีบปากแบน (Forceps) ชนิดเคลือบด้วยเทฟลอน (Teflon) ใช้สำหรับคีบกระดาษกรอง

3. ตู้ดูดความชื้น (Desiccator Cabinet) ใช้สำหรับดูดความชื้นของกระดาษกรอง ทั้งก่อนและหลังเก็บตัวอย่าง มีอุปกรณ์วัดความชื้น(Hygrometer) ให้เห็นเด่นชัด โดยปกติค่าความชื้นสัมพัทธ์จะไม่มากกว่า 50% ภายในตู้จะใช้ซิลิกาเจล (Silica gel) เป็นสารดูดความชื้น (ภาพ 20)

ภาพ 20 ตู้ดูดความชื้น (Desiccator Cabinet)

**วิเคราะห์ปริมาณอนุภาคฝุ่นละออง**

วิเคราะห์ปริมาณด้วยวิธีการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric method) การคำนวณหาปริมาณอนุภาคฝุ่นละออง ในอากาศ โดยใช้สูตร (ตัวอย่างการคำนวณ ดังภาคผนวก 4)

$$SP(\mu g/m^3) = \frac{\left(W_2(g) - W_1(g)\right) \times 10^6}{V_s} \quad \text{.....(3)}$$

โดยที่

SP = ปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ(ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

$W_1$ = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (กรัม)

$W_2$ = น้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง (กรัม)

$V_s$ = ปริมาตรของอากาศที่สภาวะมาตรฐาน (หน่วยลูกบาศก์เมตร)
ณ อุณหภูมิ 25 $^0$C ความดัน 1 บรรยากาศ

$10^6$ = เปลี่ยนหน่วยกรัม เป็น ไมโครกรัม

### 3.4.2 ปริมาณฝุ่นละออง PM10 ภายใน โดย Low volume air sampler

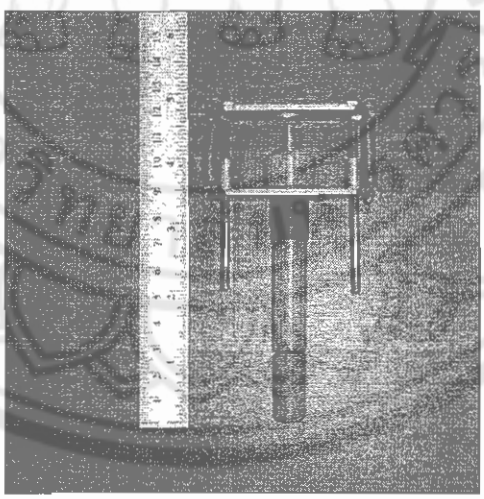
**หลักการ**

เป็นวิธีที่ใช้หาความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศ ในลักษณะเดียวกับ high Volume Method ต่างกันที่ Pump โดยเครื่องดูดอากาศมีอัตราเร็วของการดูดอากาศคงที่ประมาณ 1.7 ลิตร/นาที ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง อากาศจะถูกดูดผ่านกระดาษกรอง(Glass Micro Fiber Filter) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น ต่อ ครั้ง ติดตั้งในตลับกระดาษกรอง 3 ชั้น ต่อเข้ากับหัวแยกเก็บฝุ่นละออง แบบไซโคลน เก็บฝุ่นละออง PM10 ซึ่งฝุ่นละอองPM10 จะถูกกรองติดที่กระดาษกรอง ความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศมีหน่อยเป็น ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร หาได้จากน้ำหนักฝุ่นในอากาศ หารด้วยปริมาตรของอากาศที่ถูกดูด อากาศจะถูกดูดเป็นเวลา 5, 24 ชั่วโมง ทั้งภายในและภายนอกบ้านที่ทำการเก็บตัวอย่าง

**อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างอากาศ** ประกอบด้วย

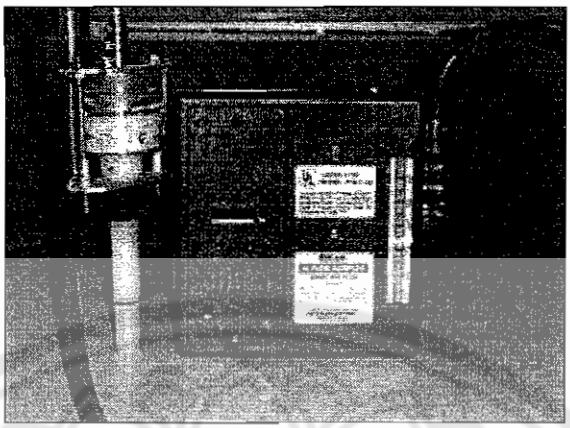
1. กระดาษกรอง ทำด้วยใยแก้ว (Glass Micro Fiber Filter) ขนาด 37 มิลลิเมตร สำหรับเก็บฝุ่นละอองชนิด PM10

2. ไซโคลน (Cyclone) หัวแยกเก็บตัวอย่างฝุ่นขนาด PM10 (ภาพ 21)



ภาพ 21 หัวแยกฝุ่นแบบ Cyclone

3. เครื่องดูดอากาศส่วนบุคคล (Personal air sampler) Gilian-HFS-513 (ภาพ 22)



ภาพ 22 เครื่องดูดอากาศส่วนบุคคล Gilian HFS-513

**อุปกรณ์สำหรับการตรวจวิเคราะห์** ประกอบด้วย

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด สำหรับชั่งตัวอย่างกระดาษกรอง เครื่องชั่งมีทศนิยม 5 ตำแหน่ง

2. คีมคีบปากแบน (Forceps) ชนิดเคลือบด้วยเทฟลอน (Teflon) ใช้สำหรับคีบกระดาษกรอง

3. ตู้ดูดความชื้น (Desiccator Cabinet) ใช้สำหรับดูดความชื้นของกระดาษกรอง ทั้งก่อนและหลังเก็บตัวอย่าง มีอุปกรณ์วัดความชื้น(Hygrometer) ให้เห็นเด่นชัด โดยปกติค่าความชื้นสัมพัทธ์จะไม่มากกว่า 50% ภายในตู้จะใช้ซิลิกาเจล (Silica gel) เป็นสารดูดความชื้น

**วิเคราะห์ปริมาณอนุภาคฝุ่นละออง**

การวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละออง PM10 ที่ได้จากการเก็บตัวอย่างอากาศโดยวิธี Personal Pump air sampler นั้น จะใช้วิธีการเดียวกับวิเคราะห์ปริมาณอนุภาคฝุ่นละออง โดยวิธี High volume air sampler แต่จะต่างกันที่ หน่วยของอัตราการไหลของปั๊ม (Personal Pump) มีหน่วยเป็น ลิตร/นาที ส่วน ปั๊มชนิด High volume นั้นมีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร/นาที

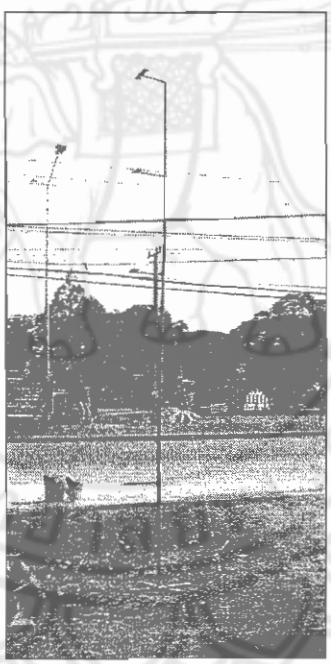
### 3.4.3 ปริมาณฝุ่นตก

**หลักการ**

อนุภาคฝุ่นตกเป็นการเก็บอนุภาคมลสาร โดยใช้เทคนิคเชิงกราวิเมตริก(Gravimetric) หรือ การตกตะกอน (Sedimentation) เป็นการเก็บรวบรวมอนุภาคที่มีมวลเพียงพอที่จะตกออกจากบรรยากาศโดยแรงโน้มถ่วงของโลก

**อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นตก**

1. กระดาษกรอง ทำด้วยใยแก้ว (Glass Micro Fiber Filter) ขนาด 47 มิลลิเมตร
2. ขาตั้งสำหรับวางกระดาษกรอง ที่มีแขนยื่นเพื่อว่ากระดาษกรองที่ใช้สำหรับเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นตกที่ระดับความสูง 1, 2, 3, 4, 5 เมตร จากพื้นดิน (ภาพ 23)



ภาพ 23 อุปกรณ์เก็บปริมาณฝุ่นตก

**อุปกรณ์สำหรับการตรวจวิเคราะห์** ประกอบด้วย

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด สำหรับชั่งตัวอย่างกระดาษกรอง เครื่องชั่งมีทศนิยม 5 ตำแหน่ง
2. คีมคีบปากแบน (Forceps) ชนิดเคลือบด้วยเทฟลอน (Teflon) ใช้สำหรับคีบกระดาษกรอง

3. ตู้ดูดความชื้น (Desiccator Cabinet) ใช้สำหรับดูดความชื้นของกระดาษกรอง ทั้งก่อนและหลังเก็บตัวอย่าง มีอุปกรณ์วัดความชื้น(Hygrometer) ให้เห็นเด่นชัด โดยปกติค่าความชื้นสัมพัทธ์จะไม่มากกว่า 50% ภายในตู้จะใช้ซิลิกาเจล (Silica gel) เป็นสารดูดความชื้น

### 3.4.4 ปริมาณซิลท์

ปริมาณซิลท์เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองจากบริเวณพื้นถนนที่ทำการเก็บตัวอย่างอากาศ จากนั้นนำมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณซิลท์ในห้องปฏิบัติการโดยวิธี Sieve test ตามวิธีมาตรฐานของ ASTM C-136 (sieve analysis) โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปริมาณของซิลท์ คือ ปริมาณฝุ่นละอองที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ซึ่งมีขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอน

**อุปกรณ์สำหรับการตรวจวิเคราะห์** ประกอบด้วย

1. ตะแกรงเบอร์ 8, 30, 40 , 50 , 100 และ 200
2. เครื่องชั่งไฟฟ้า สำหรับชั่งปริมาณซิลท์

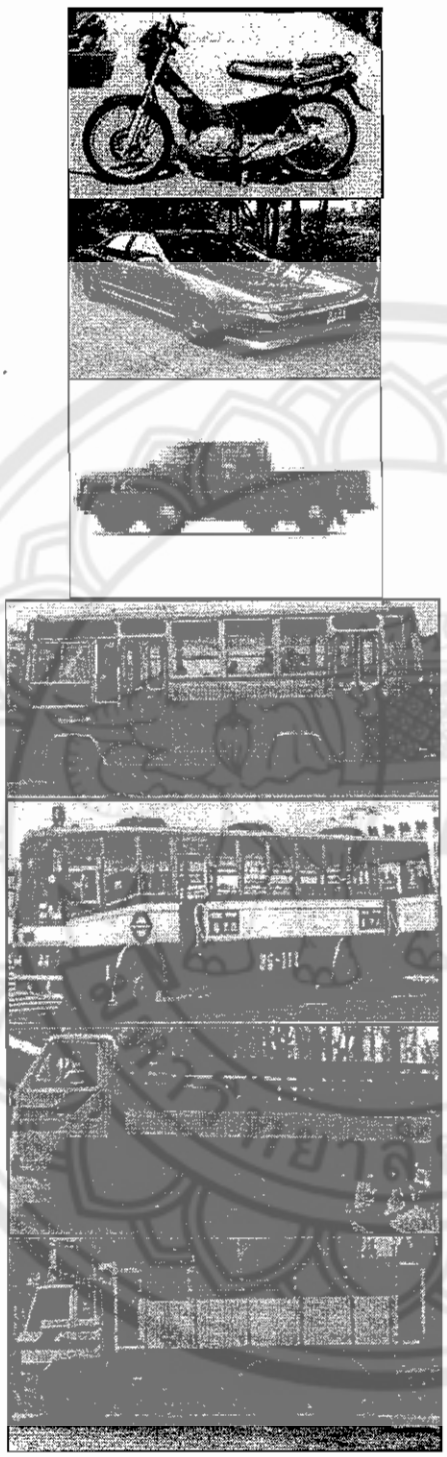
**วิเคราะห์ปริมาณซิลท์**

การวิเคราะห์หาปริมาณซิลท์สามารถทำได้โดยการคำนวณ ดังนี้

$$\% \text{ silt} = \frac{\text{Net Weight} < 200 \text{ Mesh}}{\text{Total Net Weight}} \times 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

### 3.4.5 การนับปริมาณการจราจร

ปริมาณการจราจรบนถนนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 12 สายพิษณุโลก – สุโขทัย ที่กำลังก่อสร้าง ทำการสำรวจปริมาณการจราจรโดยใช้คนแจงนับ การใช้คนแจงนับในการสำรวจปริมาณจราจร ได้ข้อมูลถูกต้องและละเอียดที่สุดคือ ได้ข้อมูลทั้งการแยกประเภทและการเคลื่อนที่ในทิศทางที่ถูกต้อง ในการสำรวจปริมาณจราจรมีการแยกประเภทยวดยานเป็น 8 ประเภท ดังนี้ จักรยาน จักรยานยนต์ รถนั่ง รถโดยสารขนาดเล็ก รถบรรทุกขนาดเล็ก รถโดยสารขนาดใหญ่ รถบรรทุกขนาดใหญ่ (6 ล้อ) รถบรรทุกขนาดใหญ่ตั้งแต่ 3 เพลาขึ้นไป (10 ล้อ และเทรลเลอร์ รถแทรกเตอร์) (ภาพ 24) มีแบบสำรวจจำนวนการจราจรในภาคผนวก 5



รถจักรยานยนต์

รถเก๋ง

รถกระบะ

รถโดยสารขนาดเล็ก

รถโดยสารขนาดใหญ่

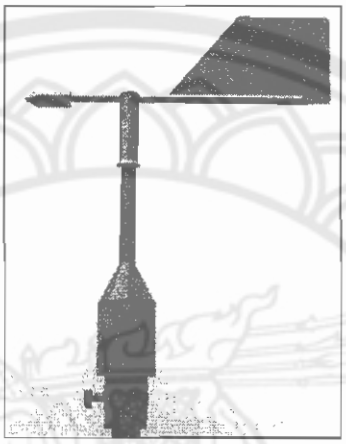
รถบรรทุกขนาดเล็ก

รถบรรทุกขนาดใหญ่

**ภาพ 24 ประเภทยวดยานที่ทำการสำรวจปริมาณจราจร**

### 3.4.6 การวัดความเร็วลม

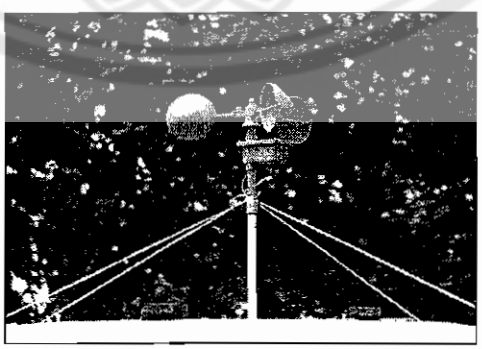
เครื่องวัดทิศลม เรียกว่า วินด์เวน (Wind Vane) ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นลูกศรยาว ซึ่งมีความยาวเป็นแผ่น ทางตั้งเห็นตัวบังคับให้ปลายศรลมชี้ในทิศทางที่ลมพัดเข้ามา โดยมีแกนของศรลมหมุนไปโดยรอบ และต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า อ่านทิศทางลมตามที่ปลายศรลมชี้ไปที่หน้าปัดของเครื่อง (ภาพ 25)



ภาพ 25 เครื่องวัดทิศลม (Wind Vane)

### 3.4.7 การวัดทิศทางลม

เครื่องวัดความเร็วลม เรียกว่า อะนิโมมิเตอร์ (Anemometer) ประกอบด้วยลูกถ้วยรูปครึ่งทรงกลม 3 หรือ 4 ใบ ติดอยู่กับเพลาในแนวตั้ง ความกดที่แตกต่างกันจากด้านหนึ่งของลูกถ้วยใบหนึ่ง ไปยังลูกถ้วยอีกใบหนึ่ง เป็นเหตุให้ลูกถ้วนหมุนรอบๆ เพลา อัตราที่ลูกถ้วยหมุนจะเป็นสัดส่วนตรงต่อความเร็วลม การหมุนของลูกถ้วยปกติจะถูกเปลี่ยนกลับเป็นความเร็วลมผ่านระบบเกียร์ และสามารถอ่านความเร็วลมได้จากหน้าปัด (ภาพ 26)



ภาพ 26 เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer)

## 3.5 การการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 วิเคราะห์ปริมาณฝุ่น PM10 ริมถนน เก็บตัวอย่าง 5 ชั่วโมง

3.5.2 วิเคราะห์ปริมาณฝุ่น PM10 ริมถนน เก็บตัวอย่าง 24 ชั่วโมง

3.5.3 วิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองที่ระยะทางห่างจากถนน 5, 50,100 เมตร

3.5.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ระหว่างภายใน5ละภายนอกบ้าน โดยเปรียบเทียบ Indoor / Outdoor

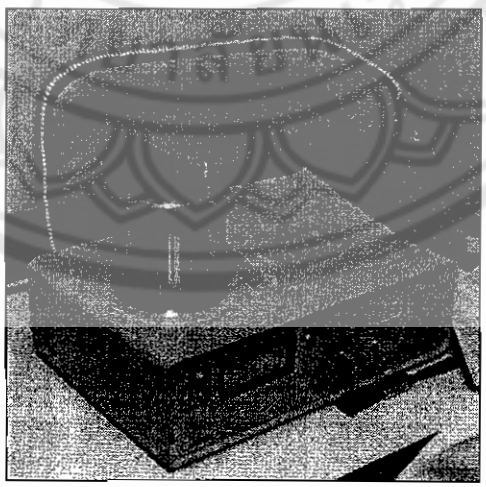
3.5.5 วิเคราะห์หาแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในพื้นที่ศึกษาภายในและภายนอกบ้าน โดยการเปรียบเทียบชนิดของฝุ่นละอองตามลักษณะทางสัณฐานและองค์ประกอบธาตุที่พบในฝุ่นละออง PM10 จากแหล่งกำเนิดแหล่งกำเนิด

3.5.6 วิเคราะห์ปริมาณฝุ่นตก

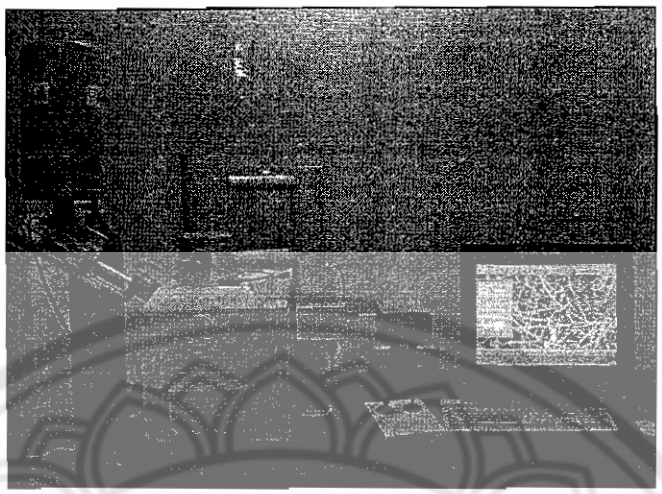
3.5.7 วิเคราะห์ปริมาณฝุ่น PM10 จากการจราจรของยานพาหนะ

**เครื่องมือในการวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานและองค์ประกอบธาตุ**

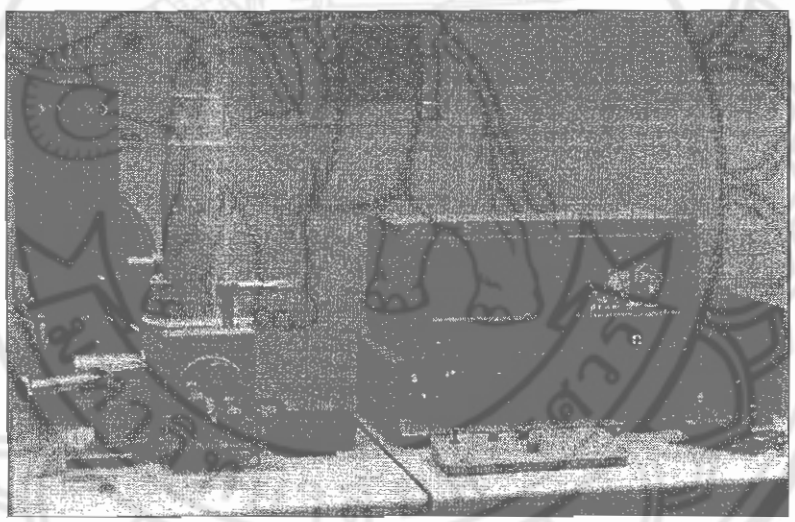
1. เครื่องฉาบผิวตัวอย่าง (Sputter coater) SC-7620 (ภาพ 27)
2. เครื่องบันทึกภาพ Digital Sony HR 6000 (ภาพ 28)
3. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน (Scanning electron microscopy, SEM) และEnergy dispersive x-ray (EDX) LEO 1455VP (ภาพ 29)



ภาพ 27 เครื่องฉาบผิวตัวอย่าง



ภาพ 28 เครื่องบันทึกภาพ Sony HR 6000



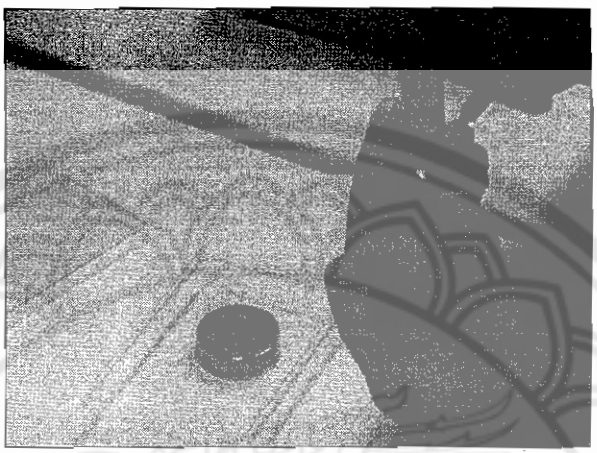
ภาพ 29 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน (Scanning electron microscopy, SEM) และ Energy dispersive x-ray (EDX) LEO 1455VP

**วิธีการเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ SEM/EDX**

**การฉาบตัวอย่าง (Mounting and coating)**

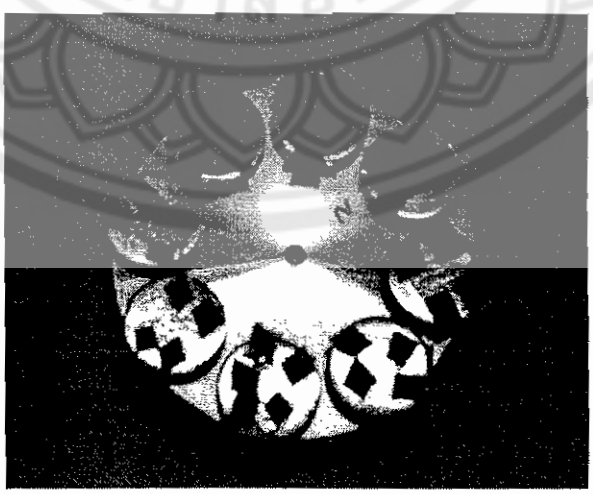
ก่อนที่จะนำตัวอย่างที่ผ่านการทำให้แห้งแล้วไปศึกษาด้วย SEM จะต้องทำการติดตัวอย่าง (Mounting) บนแท่นติดตัวอย่างแล้วจึงนำตัวอย่างไปฉาบผิว (Coating) ด้วยโลหะก่อนเสมอซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ตัดตัวอย่างของกระดาษกรอง 2 จุด ในกระดาษกรอง Glass fiber ขนาด 8x10 นิ้ว แล้วนำไปติดบน แท่นติดตัวอย่าง (Stub) โดยเทปกาวพิเศษในกรณีที่ไม่ติดเทปกาวแบบนำไฟฟ้า ดังภาพ 30



ภาพ 30 การเตรียมตัวอย่างติดบน Stub

2. นำตัวอย่างที่ติดบน Stub แล้วมาทำการฉาบผิวตัวอย่าง ซึ่งปกติในการศึกษาด้วย SEM ในตัวอย่างที่ไม่เป็นฉนวนไฟฟ้าจะให้ Secondary electron น้อยไม่พอต่อการรบกวน จึงจำเป็นต้องหาวิธีให้ตัวอย่างมีคุณลักษณะคล้ายกับผิวโลหะ ซึ่งกระทำได้ด้วยการฉาบผิวตัวอย่างด้วยโมเลกุลของธาตุที่เป็นโลหะ ซึ่งนิยมใช้ ทอง (Au) ,Palladium (Pd) , หรือโลหะผสมระหว่าง (Au-Pd) ซึ่งในการทดลองนี้ใช้ทองในการฉาบตัวอย่าง ดังภาพ 51



ภาพ 31 ตัวอย่างที่ทำการฉาบผิวด้วยทอง

3. ทำการฉาบผิวตัวอย่างที่เครื่องฉาบผิวตัวอย่างซึ่งโลหะที่ฉาบผิวตัวอย่างควรมีความหนาประมาณ 10-20 nm ถ้าตัวอย่างบางเกินไปจะเกิดการ Charge up แต่ถ้าหนาเกินไปโลหะที่ฉาบผิวตัวอย่างจะเป็นตัวลดรายละเอียดของภาพที่ได้ลง ซึ่งในการฉาบครั้งนี้ใช้เวลาในการฉาบผิวตัวอย่างที่ 45 วินาที และขึ้นกับอัตราการฉาบที่สัมพันธ์กับเครื่องที่ใช้เท่านั้น

4. ทำการติดตัวอย่างที่จะวิเคราะห์ในเครื่องและทำการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่อง EDX ในกรณีวิเคราะห์ธาตุโดยใช้ ธาตุที่เตรียมไว้เพื่อการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือโดยในการทดลองนี้ใช้ตัวทราบค่า Energy ของตัวอย่างเช่น Cu กริด, Stub (Al) และ Zn ทำการวิเคราะห์ธาตุออกมาตรวจสอบว่าค่า Energy ตรงกันจึงเตรียมการวิเคราะห์ต่อไป

5. จากนั้นทำการวิเคราะห์ SEM/EDX โดยการปรับระยะของภาพที่กำลังขยายตามที่ต้องการแล้วแต่ขนาดของตัวอย่างที่จะทำการวิเคราะห์และเมื่อได้ขนาดฝุ่นละอองในภาพแล้วทำการวิเคราะห์ EDX ต่อไป