บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้แบ่งวิธีการศึกษาออกเป็น การทดสอบความไวของแบบจำลองคณิตศาสตร์อุตุนิยมวิทยา การเปรียบเทียบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อุตุนิยมวิทยา 3 แบบจำลอง การหาวิธีการคำนวณค่าความขรุขระพื้นผิวที่เหมาะสมสำหรับเขตเมือง และการตรวจสอบลักษณะการคงตัวของบรรยากาศที่มีผลต่อการกระจายตัวของมลสาร

3.1 การทดสอบความไวของแบบจำลอง (Model Sensitivity)

แบบจำลองคณิตศาสตร์อุตุนิยมวิทยาทั้ง 3 แบบจำลอง ได้แก่ RAMMET AERMET และ GAMMA-MET มีความแตกต่างกันในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยต่างๆที่นำเข้าสู่แบบจำลองแต่ละแบบจำลอง ดังนั้นการทดสอบถึงความไวต่อการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองเพื่อศึกษาถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของผลที่ได้จากแบบจำลองฯในแต่ละแบบจำลองเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยที่นำเข้าสู่แบบจำลองในแต่ละปัจจัย โดยมีวิธีการทดสอบ ดังนี้

1) ศึกษาวิธีการคำนวณค่าและปัจจัยที่ใช้ในการคำนวณความเร็วลมเสียดทาน และ Monin-Obukhov Length ที่ใช้ในแบบจำลองคณิตศาสตร์ทั้ง 3 แบบจำลอง โดยจากวิธีการคำนวณของแบบจำลองคณิตศาสตร์ 3 แบบจำลองมีปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

(1) ความเร็วลม

(2) อุณหภูมิ

(3) ค่าความเข้มแสง

(4) ค่าความขรุขระพื้นผิว

2) เตรียมข้อมูลที่จะนำเข้าสู่แบบจำลองคณิตศาสตร์โดยมีค่าคงที่และค่าที่เปลี่ยนแปลงของแต่ละข้อมูลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 ช่วงการเปลี่ยนแปลงในการทดสอบความไวของแบบจำลอง

ปัจจัยที่ใช้ทดสอบ	ช่วงการเปลี่ยนแปลงในการทดสอบความไวแบบจำลอง	
ความเร็วลม	0-9	เมตรต่อวินาที
อุณหภูมิ	0-40	องศาเซลเซียส
ค่าความเข้มแสง	0-890	วัตต์ต่อตารางเมตร
ค่าความขรุขระพื้นผิว	0.0001-1.3	เมตร

3) นำข้อมูลที่จัดเตรียมไว้เข้าสู่แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการคำนวณทั้ง 3 แบบจำลอง

4) สรุปผลความเร็วลมเสียดทาน และ Monin-Obukhov Length ที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการคำนวณจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ทั้ง 3 แบบจำลอง

5) สรุปผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากปัจจัยต่างๆของทั้ง 3 แบบจำลอง

3.2 การเปรียบเทียบผลความถูกต้องของแบบจำลอง

แบบจำลองคณิตศาสตร์ทางด้านอุตุนิยมวิทยาที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบความถูกต้องระหว่างผลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง ได้แก่แบบจำลอง RAMMET AERMET และแบบจำลอง GAMMA-MET และผลที่ได้จากการตรวจวัด โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองจะต้องเป็นข้อมูลที่มีปัจจัยที่เพียงพอในการที่แบบจำลองสามารถนำมาคำนวณผลได้ และต้องเป็นข้อมูลที่มีผลการตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดเพื่อสามารถนำมาเปรียบเทียบถึงผลความแตกต่างที่ได้จากการตรวจวัดและจากการคำนวณโดยแบบจำลองได้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้ข้อมูลของสถานีตรวจวัด Dunlop เขต Birmingham ประเทศอังกฤษ โดยมีวิธีการศึกษาดังนี้

1) ศึกษาวิธีการคำนวณและปัจจัยที่ต้องนำเข้าสู่แบบจำลองฯ ในแต่ละแบบจำลองฯ เนื่องจากแต่ละแบบจำลองมีปัจจัยที่ต้องนำเข้าใส่ ค่าคงที่ที่มีอยู่ในแบบจำลองฯ หรือแม้แต่หน่วยของปัจจัยต่างๆที่นำเข้าสู่แบบจำลองแตกต่างกัน

2) ศึกษาข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่นำเข้าสู่ในแต่ละแบบจำลอง โดยข้อมูลที่นำมามีทั้งหมด 3 ปี ได้แก่ ปี 1998 ปี 1999 ปี 2000 โดยข้อมูลที่ต้องศึกษาเช่น ช่วงเวลาในการตรวจวัดในแต่ละปี ปัจจัยต่างๆทีได้มาจากการตรวจวัด หน่วยที่ใช้ในการตรวจวัดในแต่ละปัจจัย เป็นต้น

3) จัดรูปแบบข้อมูลที่นำเข้าสู่แบบจำลองให้สัมพันธ์กับแบบจำลองที่ใช้ โดยปัจจัยต่างๆที่ต้องนำเข้าสู่แบบจำลองแสดงอยู่ในบทที่ 2

4) วิเคราะห์ผลที่ได้จากแบบจำลองกับค่าตรวจวัดที่ได้ โดยปัจจัยที่นำมาเปรียบเทียบได้แก่ความเร็วลมเสียดทาน และ Monin-Obukhov Length โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ได้แก่ Fraction Bias Test (FB), Correlation Coefficient (R) และ Factor of Two (FAC2)

3.3 การหาวิธีการคำนวณค่าความขรุขระพื้นผิวที่เหมาะสมสำหรับเขตเมือง

3.3.1 ศึกษาวิธีการคำนวณค่าความขรุขระพื้นผิวที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

ศึกษาวิธีการคำนวณค่าความขรุขระพื้นผิวจากงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง โดยการคำนวณค่าความขรุขระพื้นผิวจะแบ่งออกเป็น 2 วิธีหลักๆ ได้แก่

1) การคำนวณค่าความขรุขระพื้นผิวที่ได้จากการตรวจวัด โดยใช้การคำนวณจากองค์ประกอบของลมและจากความเร็วลม 2 ระดับตามสมการที่ 4 และ 5

2) การคำนวณค่าความขรุขระพื้นผิวจากลักษณะสิ่งกีดขวางต่างๆในพื้นที่ ซึ่งในการคำนวณโดยวิธีนี้มีหลายวิธีการคำนวณด้วยกัน โดยใช้ปัจจัยที่สามารถตรวจวัดได้ในพื้นที่ สมการที่ใช้คำนวณได้แก่สมการที่ 7 - 13

3.3.2 เลือกสถานที่ที่ใช้ในการศึกษาถึงวิธีการคำนวณค่าความขรุขระพื้นผิว

โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกพื้นที่ศึกษาต้องเป็นพื้นที่ที่มีการติดตั้งการตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาที่มีการตรวจวัดองค์ประกอบของลม 3 ทิศทาง หรือเป็นพื้นที่ที่มีการตรวจวัดอุตุนิยมวิทยา 2 ระดับ ซึ่งวิธีการตรวจวัด 2 วิธีนี้จะใช้เป็นวิธีอ้างอิงกับวิธีการคำนวณที่ใช้ลักษณะทางกายภาพในการคำนวณโดยพื้นที่ที่เลือกศึกษาได้แก่

1) พื้นที่บริเวณโรงเรียนหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี เนื่องจากบริเวณพื้นที่ตรงนี้มีการตรวจวัดลักษณะการเคลื่อนที่ของลมในแนว 3 ทิศทาง โดยเป็นสถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ

2) พื้นที่บริเวณตึกวิทยาศาสตร์ทั่วไป จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยพื้นที่บริเวณนี้จะมีการติดตั้งอุปกรณ์การตรวจวัดอุตุนิยมวิทยา 2 ระดับ

3.3.3 ตรวจวัดลักษณะทางกายภาพของพื้นที่

1) กำหนดขอบเขตพื้นที่โดยรอบสถานีตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาเป็นระยะทางจากสถานีตรวจวัด 150 เมตร

2) ตรวจวัดลักษณะสิ่งกีดขวางที่มีอยู่ในพื้นที่บริเวณที่กำหนด โดยปัจจัยที่กำหนดในการตรวจวัดเป็นปัจจัยที่จำเป็นต้องใช้ในวิธีการคำนวณการตรวจวัดความขรุขระพื้นผิวจากลักษณะสิ่งกีดขวางตามที่ศึกษาข้างต้น โดยปัจจัยที่ใช้ในการตรวจวัดได้แก่

(1) ความสูงของสิ่งกีดขวาง

(2) พื้นที่ของสิ่งกีดขวาง

3) นำค่าที่ได้จากการตรวจวัดมาคำนวณเพื่อหาความสูงเฉลี่ยในพื้นที่เทียบต่อพื้นที่ที่ทำการศึกษาทั้งหมดเพื่อนำไปคำนวณค่าความขรุขระพื้นผิวจากลักษณะสิ่งกีดขวางต่อไป

3.3.4 คำนวณค่าความขรุขระพื้นผิวที่ได้จากการตรวจวัดอุตุนิยมวิทยา

1) คำนวณค่าความขรุขระพื้นผิวโดยวิธีการคำนวณจากองค์ประกอบของลมจากบริเวณพื้นที่สถานีตรวจวัดหน้าพระลานตามสมการที่ 5 ในบทที่2

2) คำนวณค่าความขรุขระพื้นผิวที่จากวิธีการตรวจวัดจากความเร็วลม 2 ระดับบริเวณพื้นที่สถานีตรวจวัดตึกวิทยาศาสตร์ทั่วไปตามสมการที่ 6 ในบทที่ 2

3.3.5 เปรียบเทียบความถูกต้องของค่าความขรุขระพื้นผิว

นำผลค่าความขรุขระที่ได้จากการตรวจวัดทั้ง 2 สถานีตรวจวัดมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ลักษณะของสิ่งกีดขวางในแต่ละวิธี โดยเปรียบเทียบในแต่ละพื้นที่ที่แบ่งไว้จากลักษณะข้างต้น โดยใช้เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างที่ได้จากการคำนวณเป็นตัวเปรียบเทียบถึงค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้น

3.3.6 วิเคราะห์และสรุปผล

พิจารณาถึงค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างที่เกิดขึ้นและสรุปผลวิธีคำนวณจากลักษณะสิ่งกีดขวางที่ให้ค่าใกล้เคียงกับการตรวจวัดอุตุนิยมวิทยามากที่สุด

3.4 การศึกษาผลของค่าความขรุขระพื้นผิวต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความเร็วเสียดทานและ Monin-Obukhov Length

1) สรุปผลค่าความขรุขระพื้นผิวที่ได้จากการคำนวณโดยการตรวจวัดและที่ได้จากการคำนวณจากลักษณะสิ่งกีดขวางของพื้นที่ศึกษาสระบุรีและพื้นที่ศึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) จัดเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่ศึกษาทั้ง 2 พื้นที่ โดยพื้นที่ศึกษาสระบุรีมีข้อมูลอุตุนิยมวิทยาตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2546 - 30 มิถุนายน 2546 จากกรมควบคุมมลพิษ และ พื้นที่ศึกษาจุฬาลงกรณ์มีข้อมูลอุตุนิยมวิทยาตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2547 - 30 กันยายน 2547 เพื่อนำเข้าสู่แบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง

3) วิเคราะห์ผลความแตกต่างของความเร็วเสียดทานและ Monin-Obukhov Length ที่ได้เมื่อมีค่าความขรุขระพื้นผิวที่แตกต่างกันของทั้ง 3 แบบจำลอง

4) คำนวณความเร็วเสียดทานจากการตรวจวัดองค์ประกอบของลมจากสถานีตรวจวัดสระบุรี

5) เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลความเร็วเสียดทานที่ได้จากการคำนวณกับผลที่ได้จากแบบจำลอง

3.5 ตรวจสอบผลของความขรุขระพื้นผิวต่อการคงตัวของบรรยากาศและการกระจายตัวของมลสาร

การศึกษาในส่วนนี้เป็นการศึกษาเพื่อทดสอบถึงสัดส่วนการกระจายตัวของมลสารของพื้นที่ในแต่ละพื้นที่ที่มีค่าความขรุขระพื้นผิวที่แตกต่างกัน โดยจากการทดสอบความไวต่อการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองพบว่าเมื่อความขรุขระพื้นผิวเพิ่มขึ้นลักษณะการคงตัวของบรรยากาศมีค่าเป็นแบบ Unstable ลดลง มลสารกระจายตัวได้น้อยลง ดังนั้นพื้นที่ที่มีค่าความขรุขระพื้นผิวแตกต่างกันก็จะส่งผลต่อการกระจายตัวของมลสารที่แตกต่างกัน

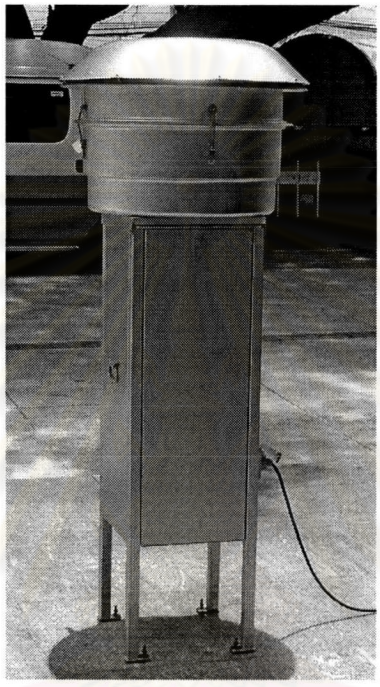
1) ศึกษาพื้นที่ที่มีค่าความขรุขระพื้นผิวที่แตกต่างกันโดยใช้วิธีการคำนวณค่าความขรุขระพื้นผิวจากวิธีการคำนวณจากลักษณะสิ่งกีดขวางที่มีค่าใกล้เคียงกับค่าความขรุขระพื้นผิวที่ได้จากการตรวจวัด

2) เก็บตัวอย่างลักษณะอุตุนิยมวิทยาบริเวณพื้นที่ศึกษาโดยเครื่องมือตรวจวัดอุตุนิยมวิทยา Professional Wireless Weather Station Operating ดังรูปที่ 3.1 เพื่อศึกษาทิศทางการกระจายตัวของมลสารจากแหล่งกำเนิด (Source) และบริเวณที่ได้รับมลสาร (Receptor) ใต้ลม โดยมีพารามิเตอร์ที่เครื่องมือตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาสามารถตรวจวัดได้ได้แก่

- ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)
- ทิศทางลม (องศา)
- อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
- ความกดอากาศ (มิลลิเมตรปรอท)
- ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)

รูปที่ 3.1 เครื่องมือตรวจวัดอุตุนิยมวิทยา

3) เก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน โดยอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่น HI-VOLUME Air Sampler ในบริเวณพื้นที่ศึกษาบริเวณที่เป็นแหล่งกำเนิดมลสาร และบริเวณที่ได้รับมลสารในแต่ละพื้นที่ โดยติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างบริเวณริมถนน 1 จุด และบริเวณที่ผ่านกลุ่มอาคารเข้ามาแล้วอีก 1 จุด เพื่อศึกษาถึงการพัดกระจายของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในบริเวณที่มีค่าความขรุขระพื้นผิวที่แตกต่างกัน ดังรูปที่ 3.2 โดยทำการเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 3 วัน วันละ 6 ชั่วโมง ในแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษา



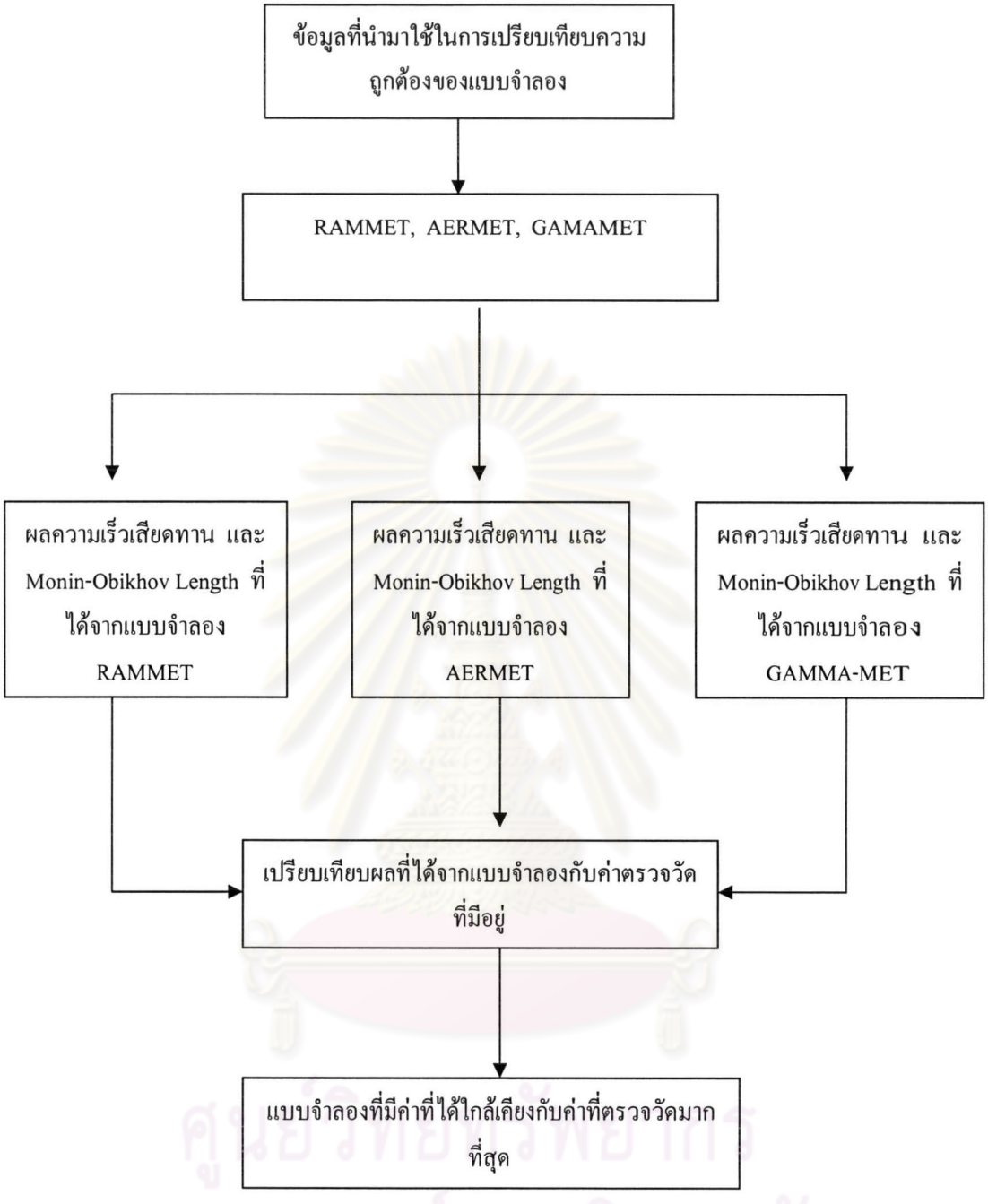
รูปที่ 3.2 เครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

4) นำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาในแต่ละพื้นที่ที่ทำการเก็บตัวอย่างมาคำนวณโดยแบบจำลองคณิตศาสตร์ทางด้านอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากการศึกษาเปรียบเทียบผลของแบบจำลอง เพื่อศึกษาถึงผลของ Monin-Obukhov Length ที่ได้จากพื้นที่ที่มีลักษณะความขรุขระพื้นผิวที่แตกต่างกัน

5) สรุปสัดส่วนการกระจายของฝุ่นในบริเวณพื้นที่ที่มีความขรุขระพื้นผิวที่แตกต่างกัน

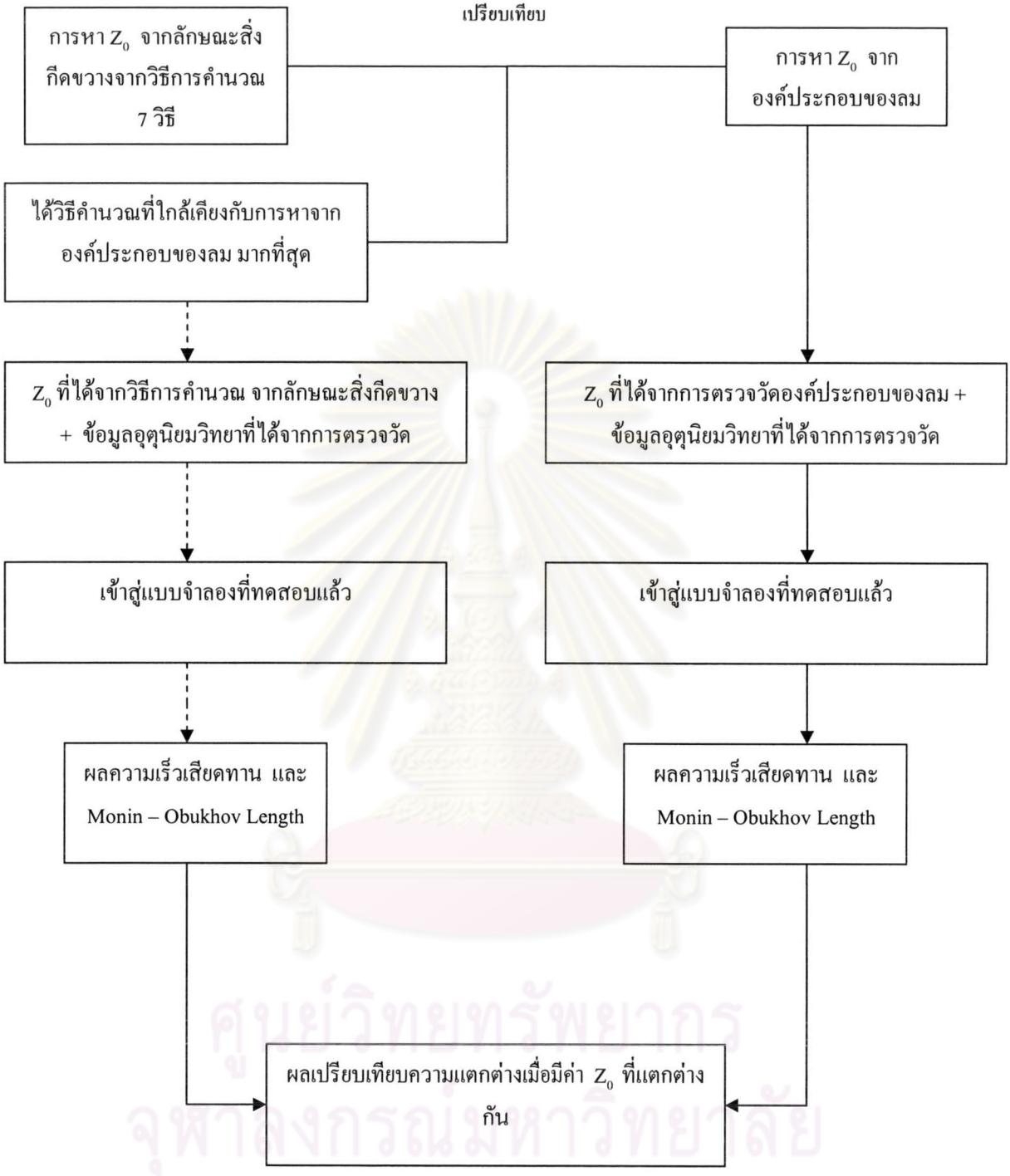
6) ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างผลของ Monin-Obukhov Length ที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองคณิตศาสตร์กับสัดส่วนการกระจายของฝุ่นในแต่ละพื้นที่ที่ทำการเก็บตัวอย่าง

7) สรุปผลการศึกษา

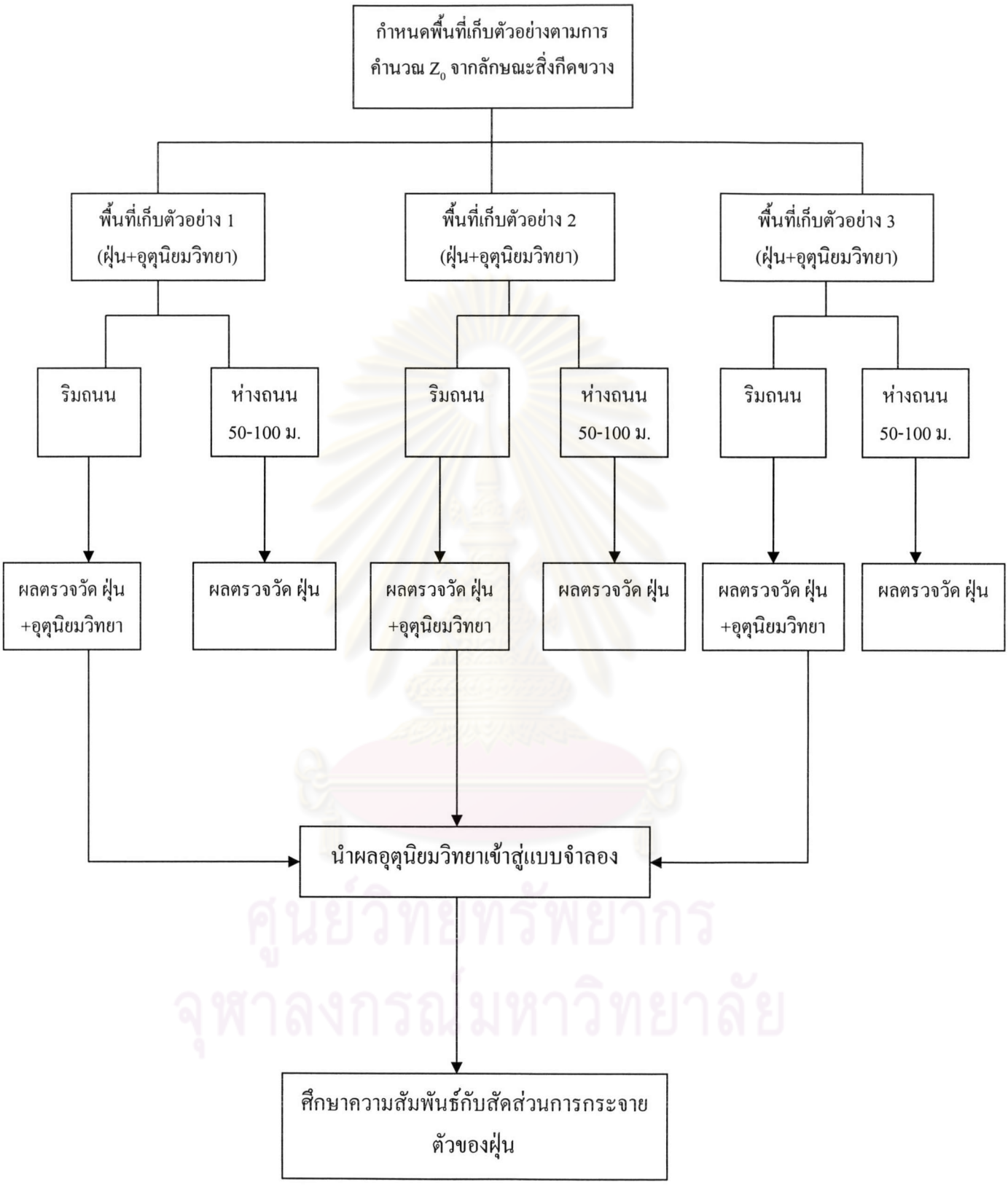


รูปที่ 3.3 แผนผังการวิจัยในขั้นตอนการเปรียบเทียบแบบจำลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.4 แผนผังการวิจัยขั้นตอนการทดสอบวิธีคำนวณและผลที่ได้จากแบบจำลองเมื่อค่าความขรุขระพื้นผิวแตกต่างกัน



รูปที่ 3.5 แผนผังการทดสอบพื้นที่ที่มีค่าความขรุขระพื้นผิวค่างกันต่อการกระจายตัวของมลสาร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย