บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบัน ปัญหาด้านมลพิษทางอากาศนับวันได้ทวีความรุนแรงมากขึ้น ตัวอย่างของสารมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ตลอดจนฝุ่นละออง ซึ่งสารมลพิษทางอากาศเหล่านี้มีแหล่งกำเนิดส่วนใหญ่มาจากภาคอุตสาหกรรม และการจราจร ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งมนุษย์ ผลกระทบต่อทรัพย์สิน และผลกระทบต่อทัศนียภาพ

ผลกระทบต่อสุขภาพ ขึ้นกับปริมาณและเวลาที่ได้รับสารมลพิษ ถึงแม้ว่าได้รับสารมลพิษในปริมาณน้อยแต่ได้รับเป็นเวลานาน (Long term) ก็ก่อให้เกิดอันตรายได้ ในทางตรงกันข้าม ถ้าได้รับสารมลพิษในปริมาณมากในช่วงเวลาสั้นๆ (short term) ก็ก่อให้เกิดอันตรายได้เช่นกัน ซึ่งในกรณีหลังจะเกิดเฉพาะอุบัติเหตุของโรงงานอุตสาหกรรม

ผลกระทบต่อทรัพย์สินและวัตถุสิ่งของ โดยเฉพาะสิ่งของที่ทำด้วยหินปูนหรือหินทราย ในปัจจุบันพบว่ามีรูปปั้น อนุสาวรีย์ และสิ่งปลูกสร้างหลายแห่งที่ถูกทำลายด้วยก๊าซมลพิษ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ ซึ่งเมื่อรวมตัวกับน้ำในบรรยากาศจะก่อให้เกิดเป็นกรดกัดกร่อนสิ่งปลูกสร้างดังกล่าว

ผลกระทบต่อทัศนียภาพ เช่นฝุ่นละออง หมอกควัน (Smog) บดบังทิวทัศน์ของเมือง

สารมลพิษทางอากาศจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เมื่อดูโดยภาพรวมจะเห็นได้ว่าแหล่งกำเนิดของสารมลพิษเหล่านี้มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil fuel) เช่น ถ่านหินและน้ำมันปิโตรเลียม เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเผาไหม้ถ่านหินในโรงไฟฟ้า จะเกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และฝุ่นละอองซึ่งระบายออกสู่บรรยากาศ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพตามที่กล่าวมาแล้ว ได้เกิดกรณีตัวอย่างคือโรงไฟฟ้าที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ได้ใช้ถ่านหินลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยไม่ได้มีการติดตั้งระบบกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จึงถูกระบายออกทางปล่องสูง และกระจายตัวในบรรยากาศ เนื่องจากบริเวณแม่เมาะเป็นบริเวณที่มีลักษณะภูมิประเทศแบบซับซ้อน นั่นคือเป็นบริเวณที่มีความแตกต่างของความสูงของภูมิประเทศมาก ทำให้ก๊าซมลพิษไม่สามารถกระจายตัวเจือจางได้ ทำให้มีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกินมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ

ก๊าซมลพิษที่ถูกปล่อยจากแหล่งกำเนิด และระบายสู่บรรยากาศ จะมีการกระจายตัวออกไป ซึ่งก๊าซมลพิษจะกระจายมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยเหล่านี้

1.1 <u>ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการกระจายตัวของก๊าซมลพิษ</u>

- ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาและสภาพอากาศ
- ปัจจัยทางภูมิประเทศ
- ปัจจัยจากแหล่งกำเนิด

1.1.1 ปัจจัยจากอุตุนิยมวิทยาและสภาพอากาศ (Meteorology) ได้แก่

- ความเร็วและทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศ ซึ่งเป็นปัจจัยที่บ่งบอกถึงลักษณะและทิศทางของการกระจายของก๊าซมลพิษ ในแต่ละพื้นที่จะมีความเร็วและทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาในแต่ละวัน เช่น การเกิดลมบกในเวลากลางคืน และการเกิดลมทะเลในเวลากลางวัน นอกจากนี้การเคลื่อนที่ของอากาศยังเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล เช่นในประเทศไทย ในฤดูร้อนอากาศจะเคลื่อนที่จากทิศตะวันตกเฉียงใต้ และฤดูหนาวอากาศจะเคลื่อนที่จะทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

- สภาพคงตัวของบรรยากาศ (Stability)

สภาพคงตัวของบรรยากาศ คือ แนวโน้มของความต้านทานในการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวตั้งฉากกับพื้นโลก หรือแนวโน้มที่บรรยากาศของโลกจะเพิ่มหรือลดความปั่นป่วน พิจารณาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศตามความสูง ซึ่งเรียกว่า Lapse Rate ซึ่งพิจารณาอุณหภูมิของกลุ่มอากาศเล็กๆ เทียบกับอุณหภูมิของบรรยากาศกรณีที่กลุ่มอากาศเกิดการขยายตัวแต่ไม่เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเรียกกระบวนการนี้ว่ากระบวนการอะเดียบาติกแบบผันกลับได้ (Reversible adiabatic process) บรรยากาศที่เป็นอะเดียบาติกนี้ ค่า Lapse rate เท่ากับ -1 องศาเซลเซียสต่อความสูง 100 เมตร หรือ -5.4 องศาฟาเรนไฮต์ต่อความสูง 1 ฟุต ถ้าค่า Lapse rate มากกว่าค่า adiabatic lapse rate จะเรียกว่า Superadiabatic ซึ่งบรรยากาศแบบนี้เรียกว่าบรรยากาศแบบไม่คงตัว (unstable) ก๊าซมลพิษสามารถกระจายตัวได้สูงในแนวทิศทางตั้งฉากกับพื้นดิน ในทางตรงกันข้าม ถ้าค่า lapse rate น้อยกว่าค่า adiabatic lapse rate จะเรียกว่า Subadiabatic ซึ่งบรรยากาศแบบนี้เรียกว่าบรรยากาศแบบคงตัว (stable) ซึ่งบรรยากาศแบบนี้ ก๊าซมลพิษจะไม่สามารถเคลื่อนที่ไปได้สูง และจะตกกลับสู่พื้นดิน ซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต และบรรยากาศแบบนี้ ก่อให้เกิดปัญหาด้านมลพิษ

ทางอากาศมาก เนื่องจากเกิดการสะสมของก๊าซมลพิษบริเวณใกล้ๆ พื้นโลก แบ่งออกเป็น 3 อย่างได้แก่ บรรยากาศแบบไม่คงตัว (Unstable) บรรยากาศแบบเป็นกลาง (neutral) และบรรยากาศแบบคงตัว (stable) Pasquill (1962) ได้จำแนกลักษณะการคงตัวของบรรยากาศไว้ 6 ชนิดคือ

A – Extremely unstable conditions
B – Moderately unstable conditions
C – Slightly unstable conditions
D – Neutral conditions
E – Slightly stable conditions
F – Moderately stable conditions

ซึ่งมีการแบ่งดังต่อไปนี้

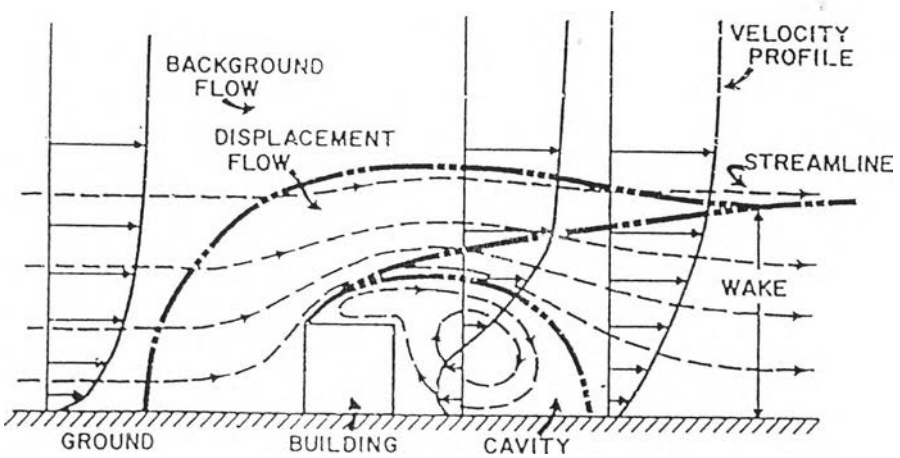
Surface wind speed (m/s)	Daytime insolation			Nighttime conditions	
	Strong	Moderate	Slight	Thin overcast or ≥ 4/8 cloudiness	≤ 3/8 cloudiness
<2	A	A-B	B		
2	A-B	B	C	E	F
4	B	B-C	C	D	E
6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

ความสูงในการผสม (Mixing height) คือระดับความสูงที่สูงที่สุดที่ก๊าซมลพิษสามารถรวมตัวกับอากาศในแนวตั้งฉากกับพื้นโลก ทำให้เกิดความปั่นป่วนของบรรยากาศ ความสูงนี้จะเปลี่ยนแปลงตามเวลาในแต่ละวัน และฤดูกาล เช่น ในฤดูร้อนจะมี mixing height สูงกว่าในฤดูหนาว ดังนั้นในฤดูร้อน จึงมีปัญหาการสะสมของก๊าซมลพิษบริเวณใกล้พื้นดินน้อยกว่าในฤดูหนาว เนื่องจากในฤดูร้อนก๊าซมลพิษจะเคลื่อนที่ในแนวตั้งฉากกับพื้นดินมากกว่าในฤดูหนาว

1.1.2 ปัจจัยทางภูมิประเทศ

ภูมิประเทศแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ ภูมิประเทศแบบราบเรียบ (Flat terrain) คือภูมิประเทศที่มีความแตกต่างระหว่างความสูงของพื้นที่ไม่มาก และภูมิประเทศแบบซับซ้อน (Complex terrain) คือบริเวณที่มีความแตกต่างของความสูงของพื้นที่มาก ได้แก่บริเวณที่เป็นภูเขาหรือหุบเขา

จากหลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์การไหลของของไหล เมื่อของไหลไหลผ่านสิ่งกีดขวาง จะทำให้ความเร็วและทิศทางของของไหลเปลี่ยนแปลงไป การกระจายตัวของสารมลพิษในอากาศก็เช่นเดียวกัน เมื่อกลุ่มควันของมลสาร (Plume) ไหลผ่านสิ่งกีดขวาง ความเร็วและทิศทางในการไหลก็จะเปลี่ยนแปลงเบี่ยงเบนไปจากเดิม แม้ว่าแหล่งกำเนิดไม่ได้อยู่ติดกับสิ่งกีดขวางก็ตาม

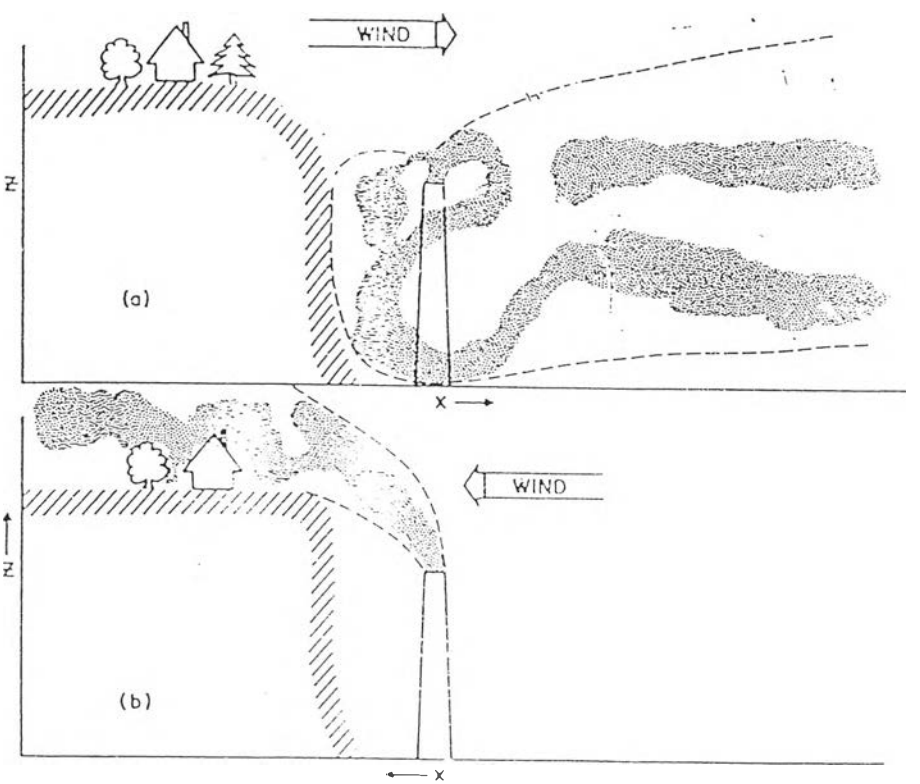


รูปที่ 1.1 แสดงกระแสการไหลของอากาศผ่านอาคารรูปทรงสี่เหลี่ยม

รูป 1.1 แสดงกระแสการไหลของอากาศผ่านอาคารรูปทรงสี่เหลี่ยม ในด้านเหนือลมของอาคาร กระแสการไหลจะมีความเร็วเท่ากับ 0 บริเวณพื้นดิน และความเร็วจะเพิ่มขึ้นโดยในช่วง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

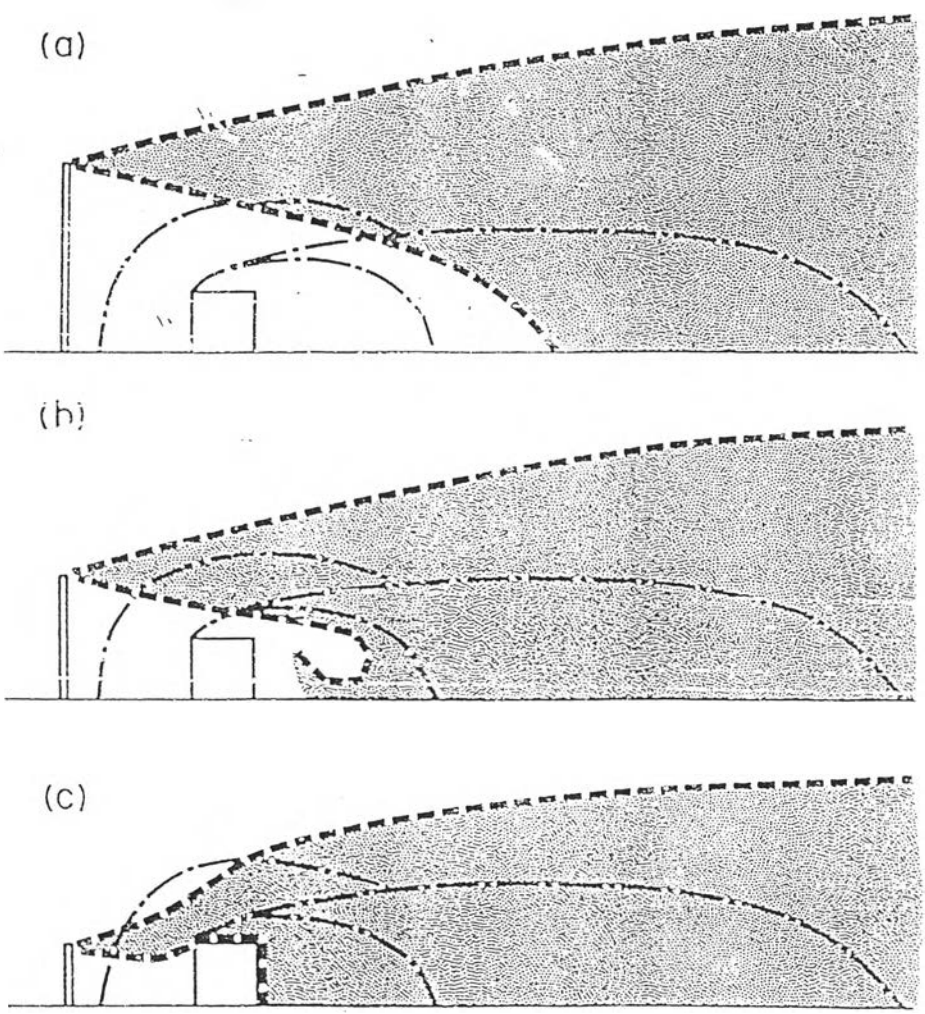
ความสูงน้อยๆ ความเร็วจะเพิ่มในอัตราเร็ว แต่เมื่อความสูงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ อัตราการเพิ่มความเร็วจะลดลง เมื่อกระแสอากาศเคลื่อนที่เข้าใกล้อาคารจะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลง อากาศเริ่มเคลื่อนที่กระทบอาคารจะเกิดการแยกของการไหล (Separation) ความเร็วและทิศทางของการเคลื่อนที่ บริเวณด้านหลังที่อยู่ติดกับอาคารเรียกว่า บริเวณช่องว่าง (cavity zone) การเคลื่อนที่ของอากาศเป็นแบบปั่นป่วน (turbulence) กระแสอากาศเกิดการหมุนวน (eddy) อย่างมาก แต่ระยะใต้ลมไกลออกไป ความปั่นป่วนจะน้อยลงจนกระทั่งโพรไฟล์ความเร็ว (velocity profile) ของอากาศ เหมือนกับโพรไฟล์ความเร็วในบริเวณเหนือลม บริเวณขอบเขตที่กระแสอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลงเรียกว่า บริเวณของการแทนที่ (displacement zone)



รูปที่ 1.2 แสดงการเคลื่อนที่ของก๊าซมลพิษในอากาศที่ถูกปล่อยจากปล่อง

รูปที่1.2 แสดงถึงการะเคลื่อนที่ของก๊าซมลพิษในอากาศที่ถูกปล่อยจากปล่อง ซึ่งอยู่ในบริเวณหุบเขา ซึ่งมีทิศทางของลมที่แตกต่างกัน โดยผ่านบ้านเรือนของคนที่อยู่ในระดับพื้นดินปกติ โดยที่ รูป (a) แสดงถึงทิศทางของลมพัดจากพื้นดินไปหุบเขา ก๊าซมลพิษบางส่วนเคลื่อนที่ย้อนกลับมายังพื้นของหุบเขา ทำให้บ้านเรือนที่อยู่อาศัยของคนไม่ได้รับก๊าซมลพิษ และ รูป (b) ลมพัดจากหุบเขามายังพื้นดิน ก๊าซมลพิษจึงเคลื่อนที่ตามกระแสลมด้วย ทำให้บ้านเรือนที่อยู่อาศัยของคนได้รับอันตราย

1.1.3 ปัจจัยจากแหล่งกำเนิด ได้แก่ ความสูงของปล่อง ความเร็วของก๊าซที่ออกจากปล่อง ปริมาณสารมลพิษ และอุณหภูมิ



รูปที่ 1.3 แสดงการแพร่กระจายของสารมลพิษที่ถูกปล่อยจากปล่องที่มีความสูงแตกต่างกัน

รูปที่ 1.3 แสดงถึงการแพร่กระจายของสารมลพิษที่ถูกปล่อยจากปล่องที่มีความสูงแตกต่างกัน พบว่า ยิ่งปล่องมีความสูงมาก สารมลพิษที่ถูกปล่อยจะเคลื่อนที่ไปได้ไกลกว่า ทำให้บริเวณที่อยู่อาศัยด้านหลังอาคารปลอดภัย แต่ถ้าปล่องมีความสูงน้อย สารมลพิษจะเคลื่อนที่ไม่สูงนักและจะตกกลับสู่พื้นดิน จึงเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในบริเวณดังกล่าว นอกจากนี้ในการปล่อยสารมลพิษต้องให้มีความเร็วในการปล่อยจากแหล่งกำเนิดมากกว่าความเร็วลมด้วยเนื่องจากลดปรากฏการณ์ที่มลสารย้อนกลับเข้าสู่ปล่องที่เรียกว่า ปรากฏการณ์ Down wash

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นก๊าซมลพิษที่มีแหล่งกำเนิดจากอาคารบ้านเรือน การจราจร และอุตสาหกรรม เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วพบว่าแหล่งกำเนิดที่สำคัญของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil fuel) โดยปกติจะมีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ (Ambient air quality standard) ดังนั้นกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมได้กำหนดค่ามาตรฐานของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั่วไปเป็นความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง มีค่า 0.12 ส่วนในล้านส่วน (กรมควบคุมมลพิษ) แต่บริเวณแม่เมาะ ซึ่งเป็นภูมิประเทศแบบซับซ้อน กล่าวคือมีภูเขาทั้งด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงใต้ มีโรงไฟฟ้าซึ่งใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงตั้งอยู่ จึงมีปัญหาด้านการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบริเวณดังกล่าว กรมควบคุมมลพิษได้กำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกมาซึ่ง ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ใน 1 ชั่วโมง มีค่า 0.52 ส่วนในล้านส่วน เนื่องจากผลการศึกษาพบว่าค่านี้เป็นค่าที่ยังไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของคนที่อาศัยอยู่ในบริเวณนี้

ในการประเมินผลกระทบของโครงการใดๆ ต่อคุณภาพอากาศและคาดคะเนระดับความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตำแหน่งต่างๆ รอบโครงการโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นในการศึกษานี้ จึงได้ทำการศึกษาการกระจายความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยใช้เทคนิค Computational Fluid Dynamics (CFD) และแบบจำลอง VALLEY ซึ่งในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ต่อไปนี้

1.2 <u>วัตถุประสงค์ของการศึกษา</u>

เพื่อศึกษาการกระจายความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยจากแหล่งกำเนิด 1 แหล่งอย่างต่อเนื่อง (Plume) ในบริเวณภูมิประเทศแบบซับซ้อน โดยใช้เทคนิค CFD และแบบจำลอง VALLEY

- เปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่คำนวณจากเทคนิค CFD และแบบจำลอง VALLEY

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

- สารมลพิษที่ทำการศึกษาคือก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยจากปล่องบริเวณโรงไฟฟ้าแม่เมาะทั้งหมด 13 ปล่อง แต่อยู่ในบริเวณใกล้กัน จึงถือว่าเป็นแหล่งกำเนิด 1 แหล่ง

- แบบจำลองที่ใช้คือแบบจำลอง VALLEY ซึ่งใช้หลักการกระจายตัวของเกาส์เซียน (Gaussian distribution) และโปรแกรมที่ใช้คือ PHOENICS ซึ่งใช้หลักการทาง Computational Fluid Dynamics (CFD)

- บริเวณที่ทำการศึกษาคือบริเวณโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ซึ่งเป็นบริเวณที่มีภูมิประเทศแบบซับซ้อน ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 710 ตารางกิโลเมตร

- ทำการศึกษาการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศของจังหวัดลำปางจากกรมอุตุนิยมวิทยา ใน 2 ฤดู ได้แก่ ฤดูหนาว ตั้งแต่วันที่ 1-14 พฤศจิกายน 1997 และฤดูร้อน ตั้งแต่วันที่ 1-14 มีนาคม 1998

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ในการศึกษานี้ แสดงถึงแนวโน้มของการกระจายความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบริเวณภูมิประเทศแบบซับซ้อน เพื่อทราบว่าบริเวณใดที่มีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ซึ่งจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัย

- เพื่อทราบศักยภาพในการประยุกต์ใช้เทคนิค CFD ในการจำลองการกระจายความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์