



บทที่ 2

การศึกษาด้านเอกสาร

ในบทนี้จะเป็นการศึกษาทางเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยโดยมีหัวข้อหลักๆ ดังต่อไปนี้

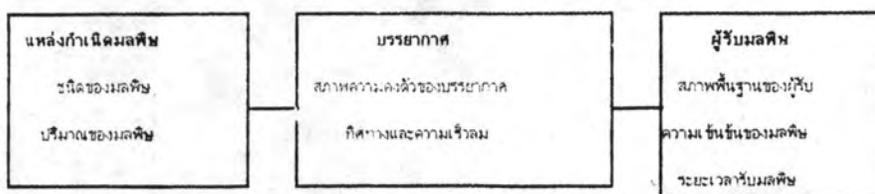
- การศึกษาเอกสารเกี่ยวกับมลพิษ โดยจะอธิบายบทนิยามที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรของมลพิษ
- การศึกษาทางเอกสารเกี่ยวกับทฤษฎีในการแพร่กระจาย และปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น วิธีการหาค่าความคงตัวของบรรยากาศ และ การจัดการฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยา เป็นต้น
- การศึกษาเอกสารเกี่ยวกับด้านเชื้อเพลิงที่ทำให้เกิดมลพิษ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และพิษภัยในแง่ต่างๆ ของมลพิษ
- การศึกษาเอกสารเกี่ยวกับ กระบวนการบ่มไบโอบีโอสป ในแง่ของกรรมวิธี และรูปแบบของโรงบ่มต่าง ๆ
- การศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่ใช้ในการอธิบายการแพร่กระจายตัวของมลพิษ

ซึ่งในแต่ละหัวข้อจะได้แยกอธิบายในรายละเอียดดังต่อไปนี้

บทนิยามพื้นฐานเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศ

มลพิษทางอากาศ (Air Pollution) หมายถึง สภาพบรรยากาศที่มีสาร (Airborne Substance) อยู่ในระดับความเข้มข้นสูงกว่าค่าปลอดภัยที่กำหนดไว้ และทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช ทั้งทางตรงหรือทางอ้อม โดยสารในที่นี้หมายถึงธาตุหรือสารประกอบ ซึ่งอาจเกิดจากธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของคนก็ได้ สารพวกนี้ลอยปะปนอยู่ในบรรยากาศ ในรูปของก๊าซ หยดของเหลว หรืออนุภาคแข็ง (วงศ์พันธ์และคณะ, 2525)

ระบบมลพิษทางอากาศ (Air Pollution System) ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ



1. แหล่งกำเนิดมลพิษ หมายถึงจุดที่มีกิจกรรมใดๆที่ก่อให้เกิดมลพิษขึ้นมาไม่ว่าทางใดก็ตามหนึ่ง(วงศ์พันธ์และคณะ,2525) ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งแหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ เช่นรถยนต์ หรือแหล่งกำเนิดที่อยู่กับที่ เช่นโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ อีกทั้งยังสามารถแบ่งตามรูปแบบการเกิดมลพิษได้เป็น แหล่งกำเนิดเดี่ยว,แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่,แหล่งกำเนิดแบบเป็นแนวทาง โดยที่ มลพิษ ขนาดเล็กกว่า 0.1 ไมครอน จะมาจากไอเสียรถยนต์ ควันท่อ ภูเขาไฟ พายุฝุ่น และโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับไอระเหยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของก๊าซ มีแหล่งที่มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในกิจกรรมต่าง ๆ

1.1. ชนิดของมลพิษทางอากาศ อาจแบ่งได้ในหลายลักษณะคือแบ่งตามลักษณะทางกายภาพ จะแบ่งได้เป็น

อนุภาคสาร (Particulates) หมายถึง อนุภาคของสารที่สามารถลอยตัวอยู่ในบรรยากาศได้ อาจอยู่ในรูปของ ของแข็งหรือหยดของเหลวก็ได้ อนุภาคสารมีขนาดต่าง ๆ กันมาก

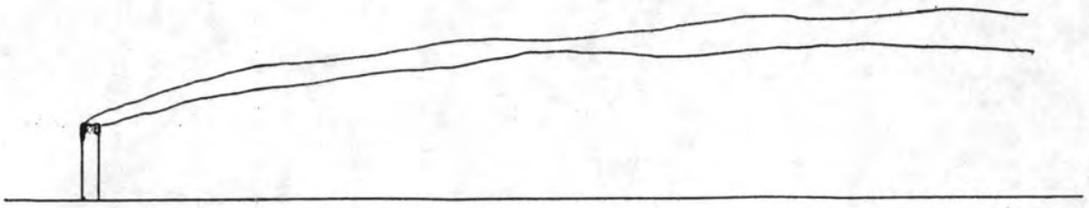
ไอระเหย (Vapours) หมายถึง ก๊าซหรือสารประกอบ ที่มีจุดเดือดต่ำกว่า 200 องศาเซลเซียส ตัวอย่างมลพิษในรูปแบบของไอระเหยได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ลักษณะพิเศษของมลพิษในรูปแบบของไอระเหย คือ สามารถเป็นรูปแบบ ในบรรยากาศได้ เช่น ก๊าซ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สามารถเปลี่ยนรูปเป็น ฝนกรด (Acid Rain) ได้ เมื่อ ปะทะกับความชื้น

1.2. ปริมาณของมลพิษ จะเป็นตัวแปรอีกค่าหนึ่งที่จะบ่งบอกว่า สภาพมลพิษจะรุนแรงหรือไม่ ปริมาณของการปล่อยมลพิษ ถ้ามีปริมาณที่มากและถูกปล่อยออกมาในช่วงเวลาที่สั้น ๆ ก็จะทำให้เกิดความรุนแรงได้มากกว่าการปล่อยมลพิษออกมาในปริมาณที่น้อยแต่ต่อเนื่อง

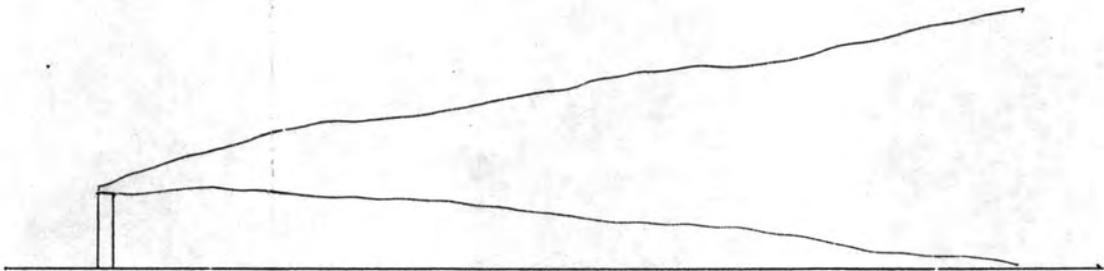
2. บรรยากาศ หมายถึงเส้นทางที่ทำให้มลพิษจากแหล่งกำเนิดแพร่กระจายออกไป โดยมีปัจจัยที่สำคัญ 2 ปัจจัยคือ

2.1. ค่าความคงตัวของบรรยากาศ จะเป็นค่าที่บ่งบอกสภาพอากาศในขณะนั้นว่าจะมีการแพร่กระจายของอากาศได้ดีเพียงไร จะแทนค่าด้วยค่า Class ต่าง ๆ จาก A - F

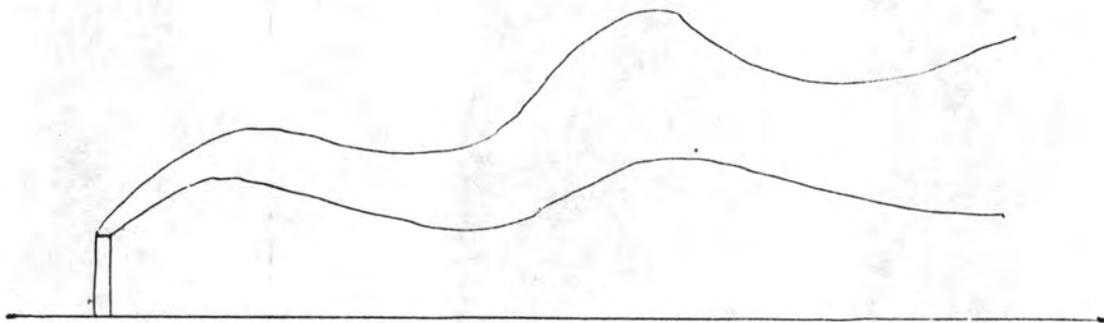
2.2. ความเร็วและทิศทางของลม จะเป็นตัวการในการพัดพาและกระจายตัวของมลพิษไปในทิศทางที่ลมพัดผ่าน โดยที่ลักษณะการกระจายตัวของมลพิษมี 3 แบบคือ แบบที่ 1 คือการแพร่กระจายจากการพัดพา โดยมีตัวแปรสำคัญเป็นทิศทางและความเร็วลมเป็นตัวกำหนด แบบที่ 2 คือการแพร่กระจาย โดยมีตัวแปรเป็นความเข้มข้นของมลพิษเป็นตัวกำหนด และแบบที่สามคือ การแพร่กระจาย ในลักษณะที่รวมกันของกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 รูปที่ 2.1 จะแสดงให้เห็นถึงลักษณะการแพร่กระจายในแบบต่างๆ สำหรับการแพร่กระจายที่มีผลดีที่สุดได้แก่การแพร่กระจายแบบที่สามเพราะจะทำให้มลพิษกระจายตัวแทรกเข้าไปในบรรยากาศได้เร็วที่สุดเป็นผลทำให้ไม่เกิดปัญหาจากมลพิษ



รูป 2.1 (ก) แสดงการแพร่ของกลุ่มควันเนื่องจากการพัฒนา(กรณีลมพัดแรงและมีทิศทางลงที่)



รูปที่ 2.1 (ข) แสดงการแพร่กระจายเนื่องจากความเข้มข้นของมลพิษ(กรณีลมพัดอ่อนหรือลมสงบ)



รูปที่ 2.1 (ค) แสดงการแพร่กระจายจากการพัฒนาและการแพร่กระจายรวมกัน(กรณีลมพัดปานกลาง)

8. ผู้รับมลพิษ หมายถึง ผู้รับผลกระทบจากมลพิษทั้งทางตรงหรือทางอ้อม อาจหมายถึง คน สัตว์ หรือสิ่งของก็ได้ โดยมีปัจจัยต่าง ๆ ในการบ่งบอกความรุนแรงของสภาวะมลพิษดังนี้

3.1. สภาพพื้นฐานของผู้รับมลพิษ จะเป็นปัจจัยอันหนึ่งที่บ่งบอกความรุนแรงได้ใน กรณีที่ผู้รับมลพิษเป็นผู้ที่มีสุขภาพที่แข็งแรงอาการที่เกิดจากการได้รับมลพิษเมื่อเทียบกับผู้ที่มีสุขภาพอ่อนแอกว่าก็จะไม่รุนแรงเท่า สำหรับอาการที่เกิดจากมลพิษจะมีอยู่ 2 แบบได้แก่ การเจ็บป่วยแบบเรื้อรัง และการเจ็บป่วยแบบเฉียบพลัน

3.2. ปริมาณมลพิษที่ได้รับ ถ้าปริมาณมลพิษที่ผู้รับได้รับมีค่าเกินค่ามาตรฐาน ก็อาจจะเกิดอันตรายแก่ผู้รับได้ สำหรับค่ามาตรฐานมลพิษในประเทศไทยได้ระบุไว้ในตารางที่ 2.1

ตาราง 2.1 แสดงค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศของ กระทรวงวิทยาศาสตร์ ฯ

ชนิดของมลพิษ	ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง	ค่าเฉลี่ย 1 ปี
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	-	300	100
ไนโตรเจนไดออกไซด์	320	-	-
ฝุ่นละออง	-	330	100

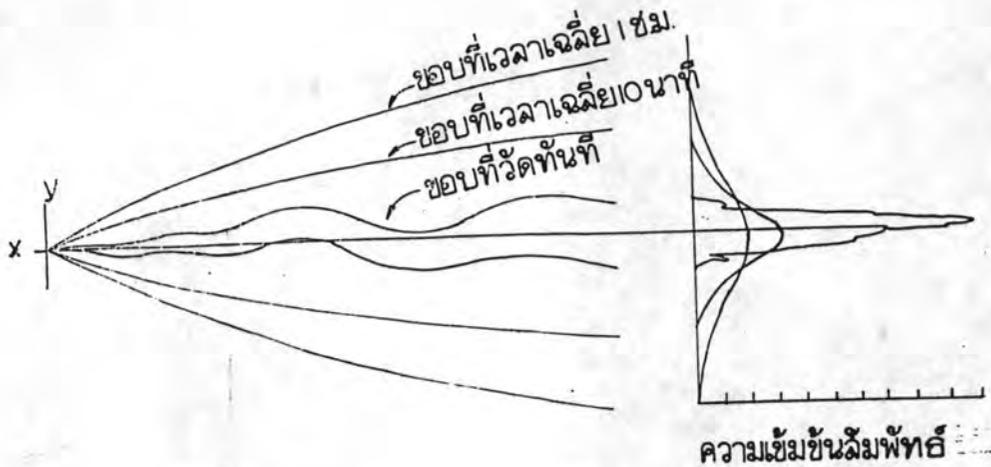
แหล่งข้อมูล : กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ ฯ

3.3. ระยะเวลาที่รับมลพิษ จะเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่เป็นตัวบ่งบอกความรุนแรงได้ จากการวิจัยพบว่าความรุนแรงจะเพิ่มขึ้นสัดส่วน ตามขนาดและระยะเวลาที่ได้รับมลพิษ แต่ก็ไม่ได้สามารถสรุปได้ว่า เมื่อผลคูณของความเข้มข้นเท่ากัน อันตรายที่เกิดขึ้นจะเท่ากันเสมอไป ดังตารางที่ 2.1 จะเห็นว่า ค่าเฉลี่ยที่ 1 ปีถ้านำมาคูณกับระยะเวลาในช่วง 1 ปีจะมีค่าสูงกว่า ค่าเฉลี่ย ที่ 1 วันมากนัก

ทฤษฎีการแพร่กระจายของมลพิษ

สำหรับการแพร่กระจายของมลพิษไปสู่บรรยากาศจะมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องเช่น ทิศทางและความเร็วของลม สภาพความเสถียรตัวของบรรยากาศ รูปแบบการกระจายตัวแบบเกาส์เซียน ดังจะกล่าวต่อไปนี้

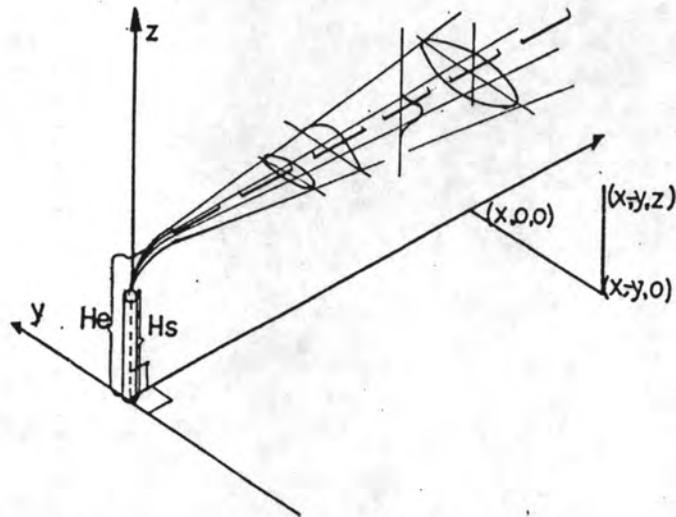
1. การกระจายแบบเกาส์เซียน (Gaussian Equation) โดยทั่วไปแล้วแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะมีอยู่สองประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ แบบ Gaussian ซึ่งได้มีการพัฒนามาจาก Heat Diffusion Equation ของ Adolph Fick และพัฒนาโดย Sutton และ Pasquill ให้เป็นแบบจำลองที่มีสูตรชัดเจนและมีข้อมูลทางสถิติเกี่ยวกับการแพร่กระจายอยู่ด้วย ทำให้ใช้ได้ง่ายและมีความถูกต้องสูง ส่วนอีกแบบหนึ่งเป็นแบบที่ใช้สมการการแพร่กระจาย (Diffusion Equation) ที่ใส่ขอบเขตตัวแปร (Boundary Conditions) ต่าง ๆ เข้าไป ทำให้การแก้สมการจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการหาผลลัพธ์ ซึ่งทำให้ไม่เป็นที่นิยมมากนัก แม้ว່น่าจะมีความถูกต้องมากกว่า (ในแง่ของกรณีที่มี Boundary Condition มากๆเช่นมีภูเขา)(แสงสันต์ พานิช,2536) จากการศึกษาสามารถอธิบายการกระจายตัวแบบเกาส์เซียนได้ว่า เนื่องจากความเข้มข้นของมลพิษกระจายในทิศทางตั้งฉากกับแกนลมทั้งแนวตั้งและแนวนอนเป็นแบบเกาส์เซียน ความเข้มข้นของมลพิษที่จุดใด ๆ ภายในกลุ่มควัน (Plume) จะขึ้นอยู่กับระยะเวลาการชักตัวอย่างอากาศ ถ้าชักตัวอย่างของพุ่มต้นที่ก็จะมีความเข้มข้นสูง แต่ถ้าชักตัวอย่างอากาศเป็นเวลา 10 นาที ความเข้มข้นที่ได้จะน้อยลง เนื่องจากพุ่มมีเวลาในการกระจายตัวมากขึ้น ดังแสดงในรูป 2.2



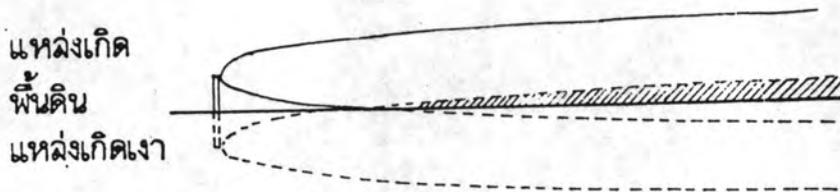
รูป 2.2 แสดงขอบของพุ่มที่เวลาชักตัวอย่างเฉลี่ยต่าง ๆ

เนื่องจากขนาดของกระแสน้ำมีความสัมพันธ์กับเวลา กระแสน้ำขนาดใหญ่จะต้องใช้เวลามากกว่าที่จะผ่านไปหมายความว่าเราจำเป็นต้องใช้ช่วงเวลาต่าง ๆ กัน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มควันกับระยะทางตามทิศทางลมหรือสามารถพูดอีกนัยหนึ่งได้ว่า อัตราการกระจายของพุ่มไม่เพียงขึ้นอยู่กับความแปรปรวนและขนาดของกระแสน้ำเท่านั้นแต่ยังขึ้นอยู่กับขนาดของพุ่มด้วยและขนาดของกลุ่มควันนี้จะขึ้นอยู่กับเวลาเดินทางจากจุดเกิดอีกต่อหนึ่ง สำหรับการกระจายตัวแบบแก๊สเสียน คือการนำเอาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้ทำนายความเข้มข้นตามทิศทางลมจากจุดเกิด จากการทำพื้นที่หน้าตัดของพุ่มขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่เราสังเกตพฤติกรรมของพุ่ม เมื่อเวลาชักตัวอย่างที่สั้น ๆ ขอบของพุ่มจะแคบและเป็นรูป Sinuous ดังรูปที่ 2.2 แต่ถ้าเป็นช่วงเวลายาว กระแสน้ำในบรรยากาศจะทำให้ขอบของพุ่มกว้างขึ้น โดยที่จุดความเข้มข้นสูงสุดยังอยู่บนเส้นผ่าศูนย์กลางของพุ่มเหมือนเดิม พฤติกรรมทางกายภาพนี้สามารถอธิบายได้ด้วย แก๊สเสียนฟังก์ชัน (Gaussian Function) ความเข้มข้นของมลพิษ (χ) เป็นฟังก์ชันของตำแหน่งตามลมจากแหล่งเกิด ทางด้านขวางของลม (Cross-Wind Coordinates) และจะเกิดกระบวนการกระจายตัว (Diffusion Process) ซึ่งพอจะสมมุติได้ว่าเป็นแก๊สเสียนฟังก์ชัน ส่วนทางด้านตามลมนั้นผลของการพา(Convection)จะมีอิทธิพลมากกว่าการกระจาย(Diffusion) ดังนั้นอาจคิดเพียงแต่ผลของความเร็วลมที่มีต่อการขีดตัวของพุ่มเพียงอย่างเดียว การกระจายของมลพิษจะเร็วขึ้น เมื่อความเร็วลมสูงขึ้นโดยไม่ขึ้นอยู่กับสภาพความปั่นป่วนที่เกิดจากลม

ในกรณีของพุ่มความเข้มข้นของมลพิษ ณ จุดต่าง ๆ สามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูป 2.3 สำหรับในกรณีที่พุ่มสัมผัสกับพื้นดิน เราจะสมมุติให้มีแหล่งกำเนิดเงา (Imaginary Source) ตั้งอยู่แบบสมมาตร (Symmetrically) กับแหล่งกำเนิดจริง โดยมีพื้นดินเป็นแนวแกน ตามรูป 2.4



รูปที่ 2.3 แสดง การกระจายแบบเกาส์เซียนในแนวนอนและแนวตั้ง



รูปที่ 2.4 แสดงการกระจายตัวของพลาสมาในกรณีสัมผัสพื้นดิน

ในการวิเคราะห์สมการเกาส์เซียน เราจะแยกวิเคราะห์ในแต่ละแนวแกน โดยให้ทิศทางของลมพัดในทิศทางของแกน X สามารถแยกวิเคราะห์ได้ดังนี้

แนวแกน X เป็นแนวแกนตามทิศทางลม การกระจายตัวของพลาสมาเป็นอิทธิพลจากการพามากกว่าการกระจาย ดังนั้นความเข้มข้นของมลพิษที่ถูกปล่อยออกมาจะเป็นสัดส่วนกับ ความเร็วลมดังสมการ 2.1 ส่วนความเข้มข้นของมลพิษที่ถูกปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดก็มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของพลาสมาที่จุดต่าง ๆ ที่ได้ลมเช่นกัน ความเข้มข้นของพลาสมาจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิด

	χ	α	Q/u2.1
โดยที่	Q		หมายถึง ปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นที่แหล่งกำเนิด.กรัมต่อวินาที
	χ		หมายถึง ความเข้มข้นของมลพิษ
	u		หมายถึง ความเร็วลมเฉลี่ยที่ความสูงของปล่องไฟ มีหน่วยเป็น m/s

แนวแกน Y เป็นแนวด้านพื้นที่หน้าตัดของพลม เราสามารถเขียนสมการอธิบายในรูปของเกาส์เสียนฟังก์ชันดังนี้

$$\chi \propto \{1 / (2\pi\sigma_y)\} * \{e^{-1/2 ((y) / \sigma_y)^2} \dots\dots\dots(2.2)$$

โดยที่ σ_y หมายถึง ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ทางแกน Y
 y หมายถึง ระยะทางจากจุดกำเนิดตามแนวแกน Y, เมตร

แนวแกน Z เป็นแนวด้านพื้นที่หน้าตัดของพลมด้านแนวตั้ง สามารถเขียนสมการอธิบายได้ดังนี้

$$\chi \propto \{1 / (2\pi\sigma_z)\} e^{-1/2 ((z-H) / \sigma_z)^2} \dots\dots\dots(2.3)$$

โดยที่ σ_z หมายถึง ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ทางแกน Z
 z หมายถึง ระยะทางจากจุดกำเนิดตามแนวแกน Z, เมตร
 H หมายถึง ระยะความสูงปล่องสัมประสิทธิ์, เมตร

ในกรณีที่เกิดการสัมผัสของพลมกับพื้นดิน สามารถใช้สมการ 2.4 ในการอธิบายได้ดังนี้

$$\chi \propto \{1 / (2\pi\sigma_z)\} * \{e^{-1/2 ((z-H) / \sigma_z)^2} + e^{-1/2 ((z+H) / \sigma_z)^2}\} \dots\dots\dots(2.4)$$

เมื่อรวมสมการทั้งสามแกนเข้าด้วยกันจะได้ว่า

$$\chi(x,y,z) = \{Q / (2\pi\sigma_y\sigma_z u)\} * e^{-1/2 (y / \sigma_y)^2} \{e^{-1/2 ((z-H) / \sigma_z)^2} + e^{-1/2 ((z+H) / \sigma_z)^2}\} \dots\dots\dots(2.5)$$

สำหรับเงื่อนไขของการใช้แบบจำลอง เกาส์เสียน ในการอธิบายการแพร่กระจายของมลพิษให้ได้ผลใกล้เคียงความจริงมากที่สุด สามารถแยกเป็นข้อๆ ได้ดังนี้(แสงสันต์ พานิช, 2536)

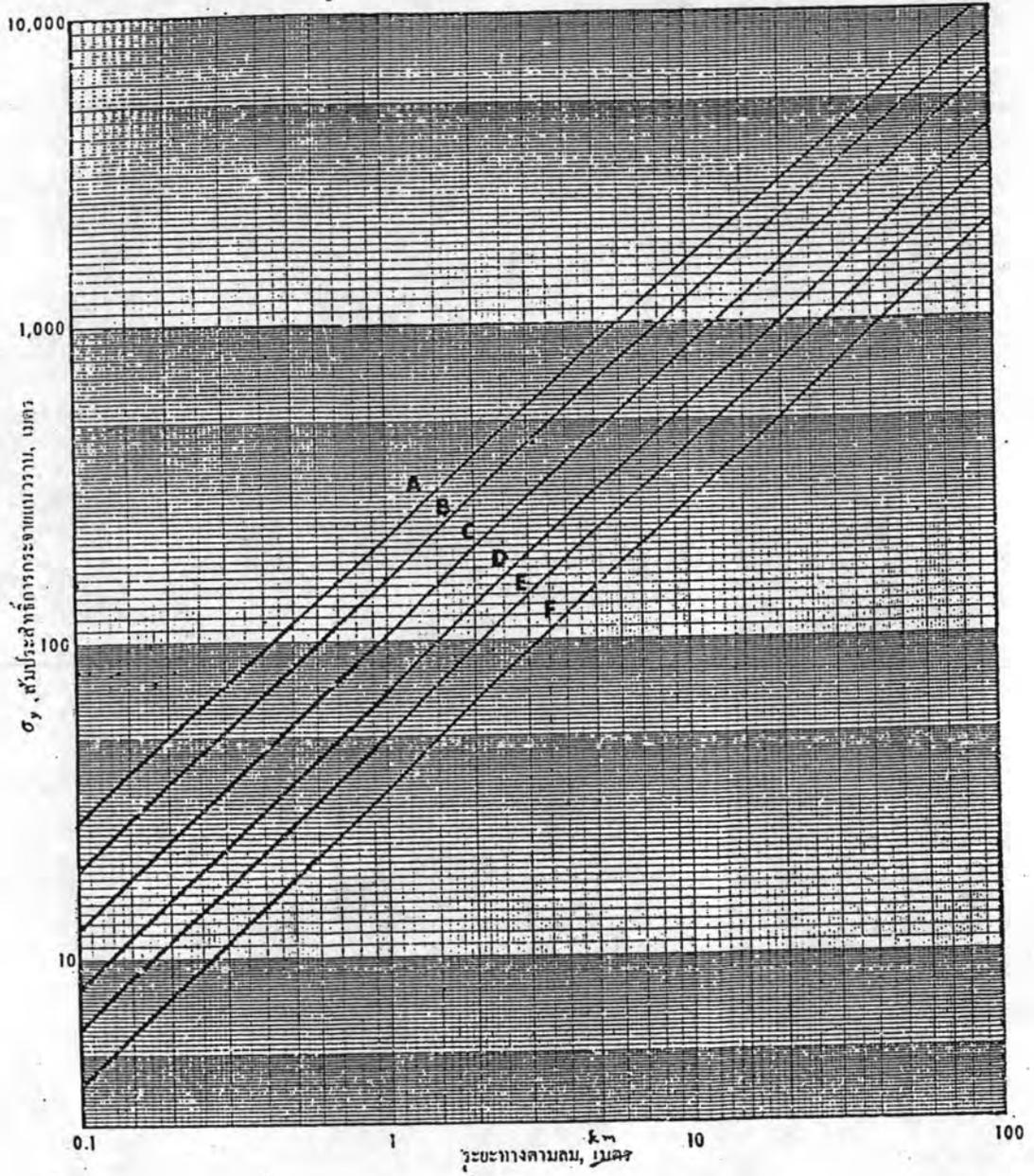
- ความเร็วลมและทิศทางลมต้องมีค่าคงที่และความเร็วลมควรมีค่าไม่น้อยกว่า 0.5 เมตรต่อวินาที
- ใช้ได้ดีในช่วงระยะทาง 100- 2000 เมตร จากแหล่งกำเนิด
- เมื่อมลพิษทางอากาศออกจากแหล่งกำเนิดจะต้องลอยขึ้นจนถึงจุดสมดุลแล้วพัดไปตามทิศทางลม โดยรักษาระดับความสูงนั้นไว้คงที่ตลอด
- ช่วงเวลาที่ใช้แบบจำลองต้องมากกว่า 10 นาทีขึ้นไป
- มลพิษทางอากาศต้องไม่เปลี่ยนแปลงสภาพหรือตกลงสู่พื้นดินหากกระทบพื้นดินต้องสะท้อนกลับหมด

-แหล่งกำเนิดมลพิษและสภาพทางอุตุนิยมวิทยาต้องคงที่เสมอ เพราะแบบจำลองนี้เป็นแบบ Steady State ในช่วงเวลาที่คำนวณ (หากไม่คงที่ต้องแบ่งเป็นช่วง ๆ ที่คงที่ แล้วคำนวณไปทีละครั้ง)

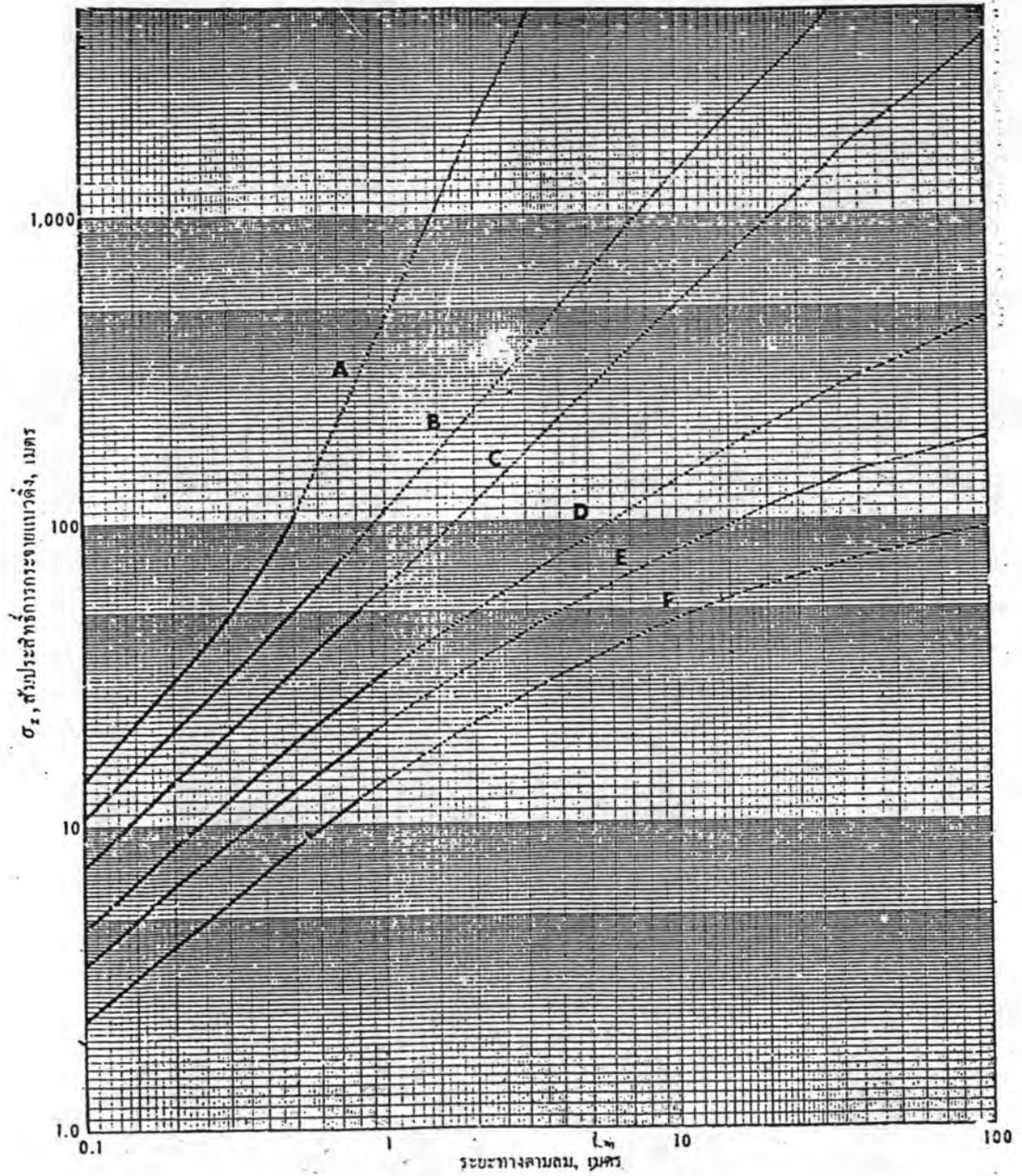
2. สัมประสิทธิ์การกระจาย (Diffusion Coefficients) ในการใช้สมการเกาส์เซียน ค่าตัวแปรอื่นหนึ่งได้แก่ ค่า σ_y, σ_z ซึ่งสามารถหาความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์การกระจายในแนวแกน Y และแนวแกน Z จากผลความเบี่ยงเบนของทิศทางลมในมุมนอน (Azimuth, σ_a) และในมุมตั้ง (Elevation, σ_e) ได้ การเปลี่ยนแปลงของมุมเหล่านี้ขึ้นอยู่กับความเร็วลมและสภาพความคงตัวของบรรยากาศ (Stability Condition) (Slade, 1968) ในปี 1970 Turner ได้สร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์การกระจายทางแนวแกน Y และแกน Z กับระยะทางตามลมและสภาพความคงตัวของบรรยากาศดังแสดงในรูปที่ 2.5 และ 2.6 ตามลำดับ (วงศ์พันธ์และคณะ, 2525)

3. ค่าความคงตัวของบรรยากาศ เป็นค่าที่ใช้บ่งบอกความคงตัวของบรรยากาศ หาได้จากความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วลมและค่าความปั่นป่วนในอากาศเนื่องจากความร้อนของดวงอาทิตย์ ซึ่งได้แก่ค่าการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) นั้นเอง แต่เนื่องจาก ค่า Solar Radiation เป็นข้อมูลที่วัดได้ค่อนข้างลำบากและไม่เป็นที่นิยมใช้ จึงมีการประยุกต์เอาปริมาณเมฆในท้องฟ้าเป็นตัวระบุแทนค่า Solar Radiation โดยที่ ปริมาณเมฆในท้องฟ้าจะมีค่าแปรผกผันกับค่า Solar Radiation ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับฤดูกาลด้วย

รูป 2.5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การกระจายทางแนวแกน Y



รูป 2.6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การกระจายทางแนวแกน Z



เชื้อเพลิงที่ก่อให้เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และพิษภัยของซัลเฟอร์ไดออกไซด์

จากการที่ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นมลพิษที่สำคัญตัวหนึ่ง โดยส่วนใหญ่แล้วก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มีเปอร์เซ็นต์กำมะถันสูง เช่นการเผาไหม้ถ่านหิน น้ำมันดิบ สำหรับการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงถ่านหิน จะเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษชนิดนี้ที่สำคัญที่สุด

1. เชื้อเพลิงถ่านหิน ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงชนิดหนึ่งที่รู้จักกันมานานแล้ว มีสถานะเป็นของแข็ง ไม่มีรูปผลึกที่แน่นอน โดยทั่วไปจะมีสีเข้มคือ ตั้งแต่สีน้ำตาลถึงสีดำสนิท ประกอบด้วย คาร์บอน สารระเหย ความชื้น และ แร่ธาตุต่าง ๆ ในปริมาณที่น้อย ถ่านหินเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีคุณค่ามากเพราะเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ และสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้เป็นอย่างมาก ถ่านหินเกิดจากการเปลี่ยนแปลงที่ใช้เวลาหลายล้านปีของซากพืชภายใต้ความดันและความร้อนมาเป็น พีท (Peat) เป็น ลิกไนต์ (Lignite) เป็น ซับบิทูมินัส (Sub-bituminous) เป็น บิทูมินัส (Bituminous) และเป็น แอนทราไซต์ (Anthracite) ตามลำดับ ถ่านหินตามแหล่งต่าง ๆ ในโลกนี้จึงมีคุณสมบัติที่ต่าง ๆ กันไปขึ้นอยู่กับชนิดของซากพืช และอายุการเปลี่ยนแปลงและสภาพแวดล้อมของแหล่งที่เกิดนั้นๆ ในการเผาไหม้เชื้อเพลิงถ่านหินจะก่อให้เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ค่อนข้างมาก เนื่องจาก ถ่านหินมีค่าเปอร์เซ็นต์ซัลเฟอร์ สูงสุดในบรรดาของเชื้อเพลิงที่ใช้กันอยู่ในโลกนี้ คือมีอยู่ประมาณ 1- 5 เปอร์เซ็นต์ ตามแหล่งกำเนิดของถ่านหิน สำหรับมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ จะมีปริมาณที่มากน้อยเพียงไร จะขึ้นอยู่กับกรรมวิธีในการเผาไหม้ถ่านหินนั้น ๆ สำหรับถ่านหินที่ใช้ในการบ่มใบยาสูบในพื้นที่ศึกษา ส่วนใหญ่มาจากแหล่งของบริษัทเหมืองบ้านปู ที่อำเภอสี โดยจะมีคุณสมบัติดังจะแสดงไว้ในตารางที่ 2.2

ตาราง 2.2 แสดงคุณภาพของถ่านหินที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในเขตพื้นที่ศึกษา

รายการ	
แหล่งที่มาของถ่านหิน	ต.ลี้ อ.ลี้ จ.ลำพูน
เจ้าของสัมปทาน	บริษัทเหมืองบ้านปู
ชนิดของถ่านหิน	ลิกไนต์ - ซับบิทูมินัส
ค่าความร้อน (dry basis)	5500 แคลอรีต่อกรัม
เปอร์เซ็นต์ขี้เถ้า	20 เปอร์เซ็นต์
เปอร์เซ็นต์ความชื้น	2-3 เปอร์เซ็นต์
เปอร์เซ็นต์กำมะถัน	1.2 - 1.7 เปอร์เซ็นต์
เปอร์เซ็นต์สารระเหย	30 เปอร์เซ็นต์
เปอร์เซ็นต์คาร์บอนคงที่	35-40 เปอร์เซ็นต์

แหล่งข้อมูล : เกริกซ์, 2529

2. ความเป็นพิษของ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นมลพิษทางอากาศชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นไอระเหย ส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มี เปรอร์เซนต์ ซัลเฟอร์อยู่มาก เช่นถ่านหิน ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีไอไฟ ไม่เป็นวัตถุระเบิดที่ระดับต่ำกว่า 0.3 ppm ถึงระดับ 1.0 ppm ในบรรยากาศ และจะมีกลิ่นฉุนมากเมื่อมีความเข้มข้นสูงกว่า 3 ppm ในบรรยากาศจริง ๆ แล้วซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะสามารถเปลี่ยนรูปเป็นซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ได้เมื่ออยู่ใน สภาวะที่มีออกซิเจนเกินพอ และเมื่อรวมตัวกับความชื้นจะเกิดเป็น กรดซัลฟูริก หรือ ฝนกรด ได้ (วงศ์พันธ์และคณะ ,2525)

ผลกระทบของสารประกอบซัลเฟอร์ในบรรยากาศต่อสิ่งมีชีวิต เมื่อร่างกายได้รับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เข้าไปในร่างกาย จะเกิดผลดังต่อไปนี้

2.1. **ประสาทสัมผัส** โดยปกติแล้ว มนุษย์จะรับรู้กลิ่นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ที่ระดับ 0.8 - 1.0 ส่วนในล้านส่วน(Dubroskaya,1957) และจะเริ่มมีอาการฉุนจมูกเมื่อถึงระดับเกิน 3 ส่วนในล้านส่วน ในขณะที่บางรายงานระบุว่า มนุษย์สามารถรับรู้ได้ที่ 0.47 ส่วนในล้านส่วน (Manufacturing Chemists Association) บางรายงานระบุว่า เกิดอาการผิดปกติกับสายตาและการทำงานของประสาทส่วนอื่น ๆ อีกด้วย (Bushtueva et. al;1961)

2.2. **การทำงานของปอด** จะทำให้เกิดแรงต้านทานในระบบทางเดินอากาศเพิ่มขึ้น (Sim and Pattle,1967) โดยมีอากาศเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของชีพจร การหายใจ ปริมาณอากาศที่หายใจเข้าไป หรือแม้กระทั่ง ความดันโลหิต โดยถ้าอยู่ในภาวะที่มีก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากกว่าปกติเป็นระยะเวลานาน จะทำให้เกิดอาการแพ้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยจะมีอาการเจ็บหน้าอก ไอและหอบ และอาจจะกลายเป็นโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังได้ในที่สุด สำหรับความรุนแรงของอาการจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และระยะเวลาเป็นหลัก แต่ก็ไม่ได้หมายความว่า จะสัมพันธ์กับค่าผลคูณระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลา (Frank et. al;1962)

2.3. **การดูดซึ่มในจมูก** ผลของการได้รับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จะทำให้เยื่อหุ้มจมูกเสื่อมประสิทธิภาพในการรับรู้กลิ่นลงไป เนื่องจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีกลิ่นฉุน

2.4. **การขับเสมหะในระบบทางเดินหายใจ**จะทำให้อัตราการขับเสมหะออกจากระบบทางเดินหายใจลดลง (Cralley,1942)

ผลกระทบในกรณีการแพร่กระจายร่วมกับฝุ่นละออง โดยส่วนใหญ่แล้วจะให้ผลในทางที่เสริมกันสามารถแยกได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

2.5. **ทำให้เกิดฝนกรด** โดยที่ฝุ่นละอองจะทำหน้าที่เป็นแกนกลางให้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์รวมตัวกันในบรรยากาศที่มีออกซิเจนเกินพอ และเกิดเป็นฝนกรดในที่สุด

2.6. **เป็นตัวพาสารพิษเข้าสู่ร่างกาย** ทำให้อาการรุนแรงกว่าได้รับก๊าซนั้นโดยตรง และทำให้เกิดอาการระคายเคืองอย่างแรง

ตารางที่ 2.3 จะแสดงให้เห็นถึงพิษภัยของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และฝุ่นละอองเมื่อเกิดการแพร่กระจายร่วมกัน โดยรวมแล้ว พิษภัยของมลพิษทั้งสองจะมีลักษณะเสริมกัน

ตาราง 2.3 พิษภัยของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ร่วมกับฝุ่นละออง

ความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ µg/cu. m	ความเข้มข้นของฝุ่นละออง µg/cu. m	ผลที่เกิดขึ้น	ผู้รายงาน
1500 (ค่าเฉลี่ยรายวัน)	>6	เพิ่มอัตราการตาย	McCarroll,1966
715 (ค่าเฉลี่ยรายวัน)	760	เพิ่มอัตราการตาย	Lawther,1963
500 (ค่าเฉลี่ยรายวัน)	ต่ำ	เพิ่มอัตราการตาย	Brasser,1966
300-500 (ค่าเฉลี่ยรายวัน)	ต่ำ	เพิ่มอัตราการเกิดโรคในระบบทางเดินหายใจ	Brasser,1966
715 (ค่าเฉลี่ยรายวัน)	ต่ำ	อัตราการป่วยในผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นอย่างมาก	Carnow,1968
115 ค่าเฉลี่ยรายปี	160	ทำให้เกิด โรคหลอดลมและมะเร็งในปอด	Buck and Wicken.1964
1800 ค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง	สูง	ทำให้พืชผลเสียหายและเกิดอาการเจ็บปวดทางระบบทางเดินหายใจ	การไฟฟ้าฝ่ายผลิต.1992

แหล่งข้อมูล : วงศ์พันธ์และคณะ.2525

กระบวนการบ่มไบยาสูบ

จะเป็นการศึกษาทางเอกสารเกี่ยวกับ กระบวนการในการบ่มไบยาสูบ และรูปแบบของโรงบ่มในแบบต่าง ๆ ดังนี้

1. ขั้นตอนในการบ่ม มีขั้นตอนในการบ่มดังต่อไปนี้

1.1. ระยะแรกการบ่มหรือการทำสี เป็นระยะที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบการดำรงชีวิตและคุณภาพของไบยา ไบยาจะเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลือง อุณหภูมิในระยะทำสี จะมีค่าประมาณ 32 - 38 องศาเซลเซียส เมื่อไบยาเหลืองได้ที่แล้วจึงค่อยผ่านไปในระดับ 41 - 43 องศาเซลเซียส

1.2. ระยะที่สองการตรึงสี เป็นระยะการตัดสินใจว่า ต้องการจะให้ไบยาเหลืองขนาดไหน จะเอาคุณภาพอย่างไรและความต้องการของตลาดมีมากแค่ไหน อุณหภูมิในจุดที่ต้องการตรึงสี จะมีค่าประมาณ 38 องศาเซลเซียส เมื่อเห็นว่าความเหลืองของไบยาตรงกับความต้องการแล้ว จึงเริ่มดำเนิน

การเพื่อหยุดระบบการดำรงชีวิตทันที โดยการเปิดช่องระบายเพิ่มระดับอุณหภูมิให้ความร้อนเพื่อขับความชื้นออกจากโรงทันที แล้วใบยาจะเริ่มแห้งเหี่ยว อุณหภูมิในช่วงที่ใช้ในการหยุดระบบการดำรงชีวิต จะมีค่าประมาณ 41 - 55 องศาเซลเซียส และเมื่อเห็นว่าใบยาเหี่ยวพอสมควร และปลายใบของใบงอและย่นเข้าหากันแล้ว จึงเพิ่มความร้อนขับความชื้นออกเรื่อย ๆ จนถึงระดับ 61 - 63 องศาเซลเซียส

1.3. ระยะที่สามการทำแห้ง เมื่อผ่านขั้นตอนการตรึงสีพอสสมควรแล้ว ก็จะเป็นระยะที่เราต้องพยายามไล่ความชื้นออกจากโรงบ่มให้หมดไป โดยการเพิ่มความร้อน ระบายความชื้นออกทางช่องระบายด้านบน ดังนั้นอากาศร้อนจะหมุนเวียนพาเอาความชื้นหรือไอน้ำออกไปจากโรงบ่ม ระยะนี้ช่องระบายทั้งด้านล่างและด้านบนจะเปิดหมด เริ่มตั้งแต่วัดระดับ 43 องศาเซลเซียสเป็นต้นมา แต่จะมากน้อยเพียงใดนั้นแล้วแต่กรณี แต่เมื่อถึงระดับ 53 - 61 องศาเซลเซียส ช่องระบายอากาศต้องเปิดหมดโดยสมบูรณ์

1.4. ระยะที่สี่การทำก้านแห้ง จะเป็นช่วงที่เริ่มจากอุณหภูมิตั้งแต่ 65 องศาเซลเซียสขึ้นไป ช่องระบายอากาศทั้งด้านล่างและบนจะเริ่มปิด แล้วไปปิดหมดเมื่อถึงอุณหภูมิ 71 - 73 องศาเซลเซียส ทำการเพิ่มระดับความร้อนให้คงที่ ในอัตราชั่วโมงละ 2 องศา ทุกชั่วโมง จนถึงระดับอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส พักอยู่ในระดับนี้จนกว่าก้านของใบจะแห้งสนิท อุณหภูมิไม่ควรจะเกินค่า 75 - 80 องศาเซลเซียส เพราะถ้าเกินกว่านี้ใบยาจะแดงเกรียม ซึ่งจะทำให้เนื้อใบยาเสียและมีคุณภาพต่ำ ดังนั้นทางที่ดีที่สุดเพื่อป้องกันความเสียหายก็ควรพักทำก้านแห้งเสียในระดับ อุณหภูมิ 73 - 75 องศาเซลเซียส การบ่มจะหยุดได้เมื่อตรวจดูแล้วก้านใบยาเปราะ โดยสม่ำเสมอ

2. รูปแบบการใช้เชื้อเพลิงในกระบวนการบ่มใบยาสูบ เชื้อเพลิงที่ใช้ในการบ่มยาสูบ เป็นปัญหาสำคัญยิ่ง เนื่องจากเรามีภาวะที่เรียกว่าเกิดความคับขันในเรื่องการใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงในการบ่มใบยาสูบ และก็มี ความจำเป็นที่จะต้องหาเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ มาทดแทน ได้มีการนำถ่านหินลิกไนต์มาเป็นเชื้อเพลิงในการบ่มใบยาสูบตั้งแต่ปี 2512 การที่จะเอาลิกไนต์มาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการบ่มใบยาสูบ มีวิธีการนำมาใช้ถึง 3 ทางคือ

2.1. การใช้ลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิงโดยนำเอามาใช้เป็นก้อนๆ เหมือนถ่านไม้ โดยใช้กับเตาที่ได้รับการปรับปรุงจากเตาพื้น โดยให้มีขนาดตะแกรงเล็กลงไม่ให้ถ่านลอดหลุดลงมา ทำประตูเตาให้มีขนาดเล็ก ลมเย็นผ่านเข้าได้และก้อให้สูงนิดหน่อย เพื่อให้ลมเย็นผ่านตะแกรง วิธีนี้แบ่งออกได้เป็นวิธีย่อยๆ คือ

- บ่มโดยลิกไนต์ถ่านๆทั้งหมด คือ ตั้งแต่เริ่มจุดไฟปรอท 32 องศาเซลเซียส จนกระทั่งปิดเตา
- บ่มโดยใช้ลิกไนต์ตั้งแต่ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียสถึงอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และใช้ถ่านไม้แทนเมื่อเข้าสู่อุณหภูมิสูงขึ้นไป
- บ่มโดยใช้ฟืนที่อุณหภูมิต่ำ คือ ตั้งแต่ 32 - 60 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นจะใช้ลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิงแทน

2.2 การใช้ถักไนท์เป็นเชื้อเพลิงโดยการทำเป็นก้อนเล็กๆ และนำมาใช้อยู่กับ เครื่อง หัวเผา (Stoker)

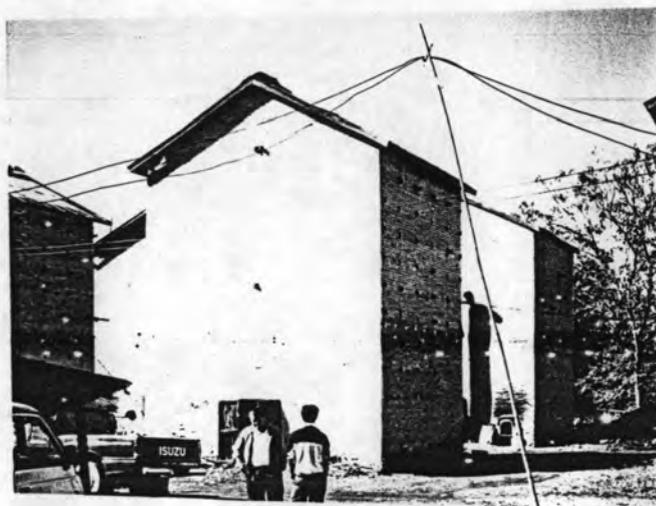
2.3 การใช้ถักไนท์เป็นเชื้อเพลิงโดยการทำให้เป็นผงละเอียด แล้วใช้โรยลงไปในเตาที่กำลังลุก แล้วใช้โคลสมเปีย ใให้มีกรตุกใหม่เหมือนน้ำมัน

ในปัจจุบันการใช้จะใช้รูปแบบที่ 1 เป็นส่วนใหญ่ โดยมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อเตาต่อครั้งการบ่มสำหรับโรงบ่มขนาด 6x6x6 เมตร จะสิ้นเปลืองถักไนท์ประมาณ 2791 กิโลกรัม สำหรับกรณีใช้ ถักไนท์ส่วนในการบ่ม แต่ถ้าใช้หินร่วมในการบ่มด้วย จะได้ว่า ใช้ถ่านหิน 1441 กิโลกรัม และหิน 3.33 ตัน ในการบ่มแบบถ่านหินก่อนหิน และใช้ถ่านหิน 1580 กิโลกรัม และหิน 1.00 ตัน ในการบ่มแบบหินก่อนถ่านหิน สำหรับอัตราการแลกเปลี่ยนระหว่างเชื้อเพลิงกับวัตถุดิบ ได้ว่า อัตราการสิ้นเปลืองถ่านหินในการบ่มไบยาสูบ 3 กิโลกรัมถ่านหินต่อหนึ่งกิโลกรัมไบยาแห้ง (เห็นข้อมูลการบ่มโดยทั่วไปของชาวบ้าน ถ้าเป็นผลการทดลองของสถานีทดลองไบยาสูบแม่โจ้ จะมีค่าประมาณ 2.6-2.8 กิโลกรัมถ่านหินต่อกิโลกรัมไบยาแห้ง)

3. รูปแบบของโรงบ่มไบยาสูบและรูปแบบการใช้เชื้อเพลิงในการบ่มไบยาสูบ โดยทั่วไปแล้ว โรงบ่มไบยาสูบจะมีอยู่ 3 ขนาด คือ 4x4x4, 5x5x5, 6x6x6 เมตร แบบของโรงบ่ม 6x6x6 จะเป็นที่ยอมรับมากที่สุด ถ้าแบ่งโรงบ่มไบยาสูบตามลักษณะการอนุรักษ์พลังงานและการใช้เชื้อเพลิงอาจจะแบ่งได้ดังนี้คือ

3.1. โรงบ่มไบยาสูบแบบดั้งเดิม (conventional) เป็นโรงบ่มไบยาสูบที่ใช้กันมาแต่ดั้งเดิม โดยใช้หินหรือถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง ในด้านประสิทธิภาพในการแผ่ความร้อน(Thermal Efficiency)มีเปอร์เซ็นต์ค่อนข้างต่ำคือ ประมาณ 19.76 % รูปที่ 2.7 จะแสดงให้เห็นถึง ลักษณะของโรงบ่มแบบนี้

3.2. โรงบ่มไบยาสูบแบบเซมิ-บัลด์ เป็นโรงบ่มไบยาสูบที่มีการพัฒนาด้านการอนุรักษ์พลังงานให้ดีขึ้น กล่าวคือใช้พัดลมช่วยในการหมุนเวียนความร้อนในโรงบ่มในได้ประสิทธิภาพมากที่สุด ตามปกติจะมีประสิทธิภาพในการแผ่ความร้อนประมาณ 40 % ตารางที่ 2.4 จะแสดงข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างโรงบ่มไบยาทั้งสองแบบ จากตารางพบว่า โรงบ่มแบบ เซมิบัลด์ช่วยประหยัดพลังงานได้ถึง 40 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับโรงบ่มแบบดั้งเดิม



รูปที่ 2.7 รูปแสดงลักษณะของโรงบ่มแบบดั้งเดิม

ตาราง 2.4 แสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานระหว่าง โรงบ่มแบบธรรมดาและแบบเซมิบัตล์

รายการ	แบบธรรมดา	แบบเซมิ-บัตล์
ชนิดของเชื้อเพลิง	ถ่านหิน	ถ่านหิน
น้ำหนักของไบโกลูโคสในการทดลอง,กิโลกรัม	500	1000
ความหนาแน่นของการบรรจุไบโกลูโคส ,กก./ลบ.ม	13.9	27.8
น้ำหนักไบโกลูโคสแห้ง,กิโลกรัม	93	182
อัตราการผลิตไบโกลูโคส	1: 5.4	1:5.5
เวลาที่ใช้ในการบ่ม,ชั่วโมง	90	90
เวลาในการขับพัดลม,ชั่วโมง	0	70
พลังงานที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลม ,เมกกะจูล	0	288
ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ ,กิโลกรัม	418.6	518.0
พลังงานรวมทั้งหมดที่ใช้,เมกกะจูล	9964.3	11005.4
พลังงานที่ใช้ต่อกิโลกรัมไบโกลูโคส,เมกกะจูล	19.9	11.0
พลังงานที่ใช้ต่อกิโลกรัมไบโกลูโคสแห้ง,เมกกะจูล	107.1	60.5
ประสิทธิภาพของการใช้พลังงานของระบบ	10.5 %	19%
พลังงานที่สามารถประหยัดได้	0	43.5 %

หมายเหตุ ค่าความร้อนถ่านหิน (HHV) 20.69 เมกกะจูลต่อกิโลกรัม

แหล่งข้อมูล : สถานีทดลองบ่มไบโกลูโคส แม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

3.3. โรงบ่มไยยาสูบที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว เป็นรูปแบบของโรงบ่มที่นิยมใช้กันมากที่สุด เนื่องจาก ถ่านหินมีราคาถูกเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ โดยส่วนใหญ่แล้วยังคงเป็นรูปแบบโรงบ่มแบบดั้งเดิม (Conventional Type) ลักษณะการให้ความร้อนจะเป็นการให้ความร้อนโดยทางอ้อม (Indirect Heat)

3.4. โรงบ่มไยยาสูบที่ใช้ถ่านหินร่วมกับฟืน เป็นรูปแบบของโรงบ่มที่อยู่ในบริเวณที่ยังพอจะหาฟืนเป็นเชื้อเพลิงได้บ้าง โดยจะใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงเมื่อเริ่มต้นบ่มและเปลี่ยนไปใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงเมื่อต้องการอุณหภูมิในการบ่มที่สูงขึ้น

3.5. โรงบ่มไยยาสูบที่ใช้น้ำมันดีเซลหรือก๊าซ LPGหรือน้ำมันก๊าด เป็นเชื้อเพลิงเป็นรูปแบบโรงบ่มที่พยายามปรับปรุงรูปแบบจากโรงบ่มที่ใช้ถ่านหิน เนื่องจากสาเหตุที่เกิคมลพิษจากการเผาไหม้ถ่านหินค่อนข้างมีมากในยุคที่การบ่มไยยาสูบเฟื่องฟู แต่ในปัจจุบันไม่เป็นที่นิยมใช้เนื่องจากน้ำมันดีเซลมีราคาสูงมากและปริมาณการบ่มไยยาสูบในช่วง 2-3 ปีหลังนี้มีปริมาณน้อยลง ทำให้มลพิษที่เกิดขึ้นน้อยตามไปด้วย

3.6. โรงบ่มไยยาสูบที่ใช้พลังงานความร้อนใต้พิภพเป็นแหล่งกำเนิดความร้อน เป็นการปรับปรุงรูปแบบโรงบ่มอีกรูปแบบหนึ่ง ที่นำพลังงานจากธรรมชาติมาใช้ให้เป็นประโยชน์ แต่มีข้อจำกัดว่า ในพื้นที่นั้น ๆ ต้องมีแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพอยู่ด้วย โรงบ่มชนิดนี้ยังอยู่ในขั้นตอนการทดสอบการใช้งานอยู่ ตาราง 2.5 จะแสดงให้เห็นการเปรียบเทียบระหว่างการใช้พลังงานแต่ละประเภทในขบวนการบ่มไยยาสูบ

ปัจจุบันค่าพลังงานความร้อนรูปแบบต่างๆจากเชื้อเพลิงก็เป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนการผลิตในอุตสาหกรรมบ่มไยยาสูบได้มีส่วนเพิ่มขึ้นอย่างมากหลังจากปี 2516 เป็นต้นมาและมีแนวโน้มจะสูงขึ้นไปเรื่อยๆ เนื่องจากต้องใช้พลังงานความร้อนเป็นจำนวนมากในการที่จะทำให้ไยยาสูบเปลี่ยนสภาพกลายเป็นไยยาแห้งที่มีคุณภาพ ในปีหนึ่งๆ อุตสาหกรรมนี้ใช้ถ่านหินและเชื้อเพลิงประเภทอื่นๆ โดยประมาณถึง 600,000 ตัน ดังนั้นการเลือกใช้แหล่งพลังงานที่เหมาะสมและการประหยัดพลังงานจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น องค์ประกอบที่สำคัญในการพิจารณาประสิทธิภาพและการสูญเสียเชิงความร้อนของโรงบ่มไยยา

ตาราง 2.5 การเปรียบเทียบระหว่างการใช้เชื้อเพลิงแบบต่าง ๆ

รายละเอียดหัวข้อ	เชื้อเพลิงน้ำมันก๊าด	เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล	เชื้อเพลิงถ่านหิน
ลักษณะ โรงบ่ม	แบบธรรมดา	แบบธรรมดา	แบบธรรมดา
ขนาดของโรงบ่ม	4*4*6	4*4*6	4*4*6
ชนิดของหัวเผาน้ำมันที่ใช้	Single Vaporizer	Single Vaporizer	
เวลาที่ใช้ในการบ่ม	120	129	120
น้ำหนักใบยาแห้งที่ได้	227.3	223.4	221.5
ประเมินผลการบ่ม	88 เปอร์เซ็นต์	87.5 เปอร์เซ็นต์	88 เปอร์เซ็นต์
เชื้อเพลิงที่ใช้	285.5 ลิตร	382.8 ลิตร	1260 กิโลกรัม
ปริมาณเชื้อเพลิงต่อกก.ใบยาสด	0.19 ลิตรต่อ กิโลกรัม	0.25 ลิตร ต่อ กิโลกรัม	0.84 กิโลกรัมต่อ กิโลกรัม
ปริมาณความร้อนที่ใช้ต่อใบยาสด	1599 K cal	2219 K cal	14946 MJ

แหล่งข้อมูล : สถานีทดลองบ่มใบยาสูบ แม่ใจ จังหวัดเชียงใหม่

4. พลังงานสมดุล (Energy Balance) ในกระบวนการบ่มใบยาสูบคือการใช้พลังงานความร้อนเพื่อเปลี่ยนแปลงสภาพทางเคมี และทางฟิสิกส์จากใบยาสดให้กลายเป็นใบยาแห้งที่มีคุณภาพสูงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ในการบ่มในโรงบ่มซึ่งอุณหภูมิในการบ่มเปลี่ยนแปลงตามขบวนการตั้งแต่ 32 - 75 องศาเซลเซียส และถ้าจัดให้โรงบ่มเป็นปริมาตรควบคุม (Control Volume) ก็จะสามารถเขียนสมการพลังงานสมดุลของระบบได้เป็น

$$\text{Heat Input} + \text{Heat Generate} = \text{Heat Useful} + \text{Heat Loss} \quad (2.6)$$

แต่เนื่องจาก พลังงานปฏิกิริยาเคมี (Heat Generate) เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี (Bio-Chemical Process) ของใบยาสูบที่นำมาบ่ม และมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับพลังงานความร้อนที่ป้อนเข้าไปในระบบ (Heat Input) ดังนั้นจึงสามารถเขียนสมการใหม่ได้เป็น

$$\text{Heat Input} = \text{Heat Useful} + \text{Heat Loss} \quad (2.7)$$

4.1. พลังงานความร้อนที่ใส่ในระบบ (Heat Input) หมายถึงพลังงานความร้อนที่ใส่เข้าไปในระบบโดยส่วนใหญ่แล้วจะได้ออกมาใหม่เชื้อเพลิง เช่น ก๊าซหุงต้ม, ถ่านหิน, ไม้ฟืน, น้ำมันโซล่า เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนให้กับระบบ

4.2. พลังงานความร้อนที่ใช้ประโยชน์ (Heat Useful) หมายถึงพลังงานความร้อนที่ใช้ในการขับน้ำออกจากใบยาสูบทำให้ใบยาสูบแห้ง ไปตามขบวนการต่างๆ ตามที่ต้องการ

4.3. พลังงานที่สูญเสีย (Heat Loss) หมายถึงพลังงานความร้อนที่สูญเสียออกจากระบบสามารถจะแยกออกเป็นหัวข้อ ได้ดังนี้

4.4.1. การสูญเสียทางคานผนังและหลังคาของโรงบ่ม เนื่องจากอุณหภูมิอากาศในโรงบ่มสูงกว่าบรรยากาศภายนอกจึงทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากภายในโรงบ่มออกสู่บรรยากาศภายนอกผ่านทางผนังทั้ง 4 ด้าน ของโรงบ่มซึ่งยังมีความแตกต่างของอุณหภูมิมากขึ้นเท่าใดก็จะทำให้เกิดการสูญเสียผ่านทางผนังมากขึ้น

4.4.2. การสูญเสียให้กับพื้นของโรงบ่ม ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศในโรงบ่ม และอุณหภูมิของพื้นดิน และโดยส่วนใหญ่ผู้บ่มมักจะรดน้ำลงบนพื้น เพื่อทำความชื้นในโรงบ่มให้ได้ตามต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงระยะทางตรึงสี ดังนั้นพลังงานความร้อนบางส่วนก็ถูกนำไปใช้ในการระเหยน้ำที่อยู่บนพื้น และในดินซึ่งก็เป็นการสูญเสียความร้อนอีกรูปแบบหนึ่ง

4.4.3. การสูญเสียทางช่องระบายอากาศ เนื่องจากในช่วงที่ต้องการระบายความชื้นของอากาศในโรงบ่ม อากาศในโรงบ่มซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าบรรยากาศย่อมลอยตัวขึ้นสู่ที่สูงและระบายออกทางช่องระบายอากาศที่หลังคา และอากาศภายนอกซึ่งมีค่าความชื้นต่ำและเย็นกว่าอากาศภายในโรงบ่มก็จะเข้ามาแทนที่ อากาศร้อนขึ้นที่ถูกระบายออกทางหลังคาก็ถือว่าการสูญเสียความร้อนทางหนึ่งเหมือนกัน

4.4.4. การสูญเสียจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง เชื้อเพลิงมีหลายชนิดและการเผาไหม้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดจะมีประสิทธิภาพไม่เท่ากัน ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพของห้องเผาไหม้ ความบริสุทธิ์ของเชื้อเพลิง, อุณหภูมิของการเผาไหม้ และอื่นๆ รวมทั้งการสูญเสียความร้อนออกทางด้านหน้าของเตาเผาไหม้ทั้งในรูปการพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน

4.4.5. การสูญเสียทางปล่องปล่อยไอร้อน ซึ่งการสูญเสียกรณีนี้จะเกิดขึ้นเฉพาะการบ่มใบยาสูบแบบให้ความร้อนทางอ้อมเท่านั้น อากาศที่ได้รับความร้อนจากการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้จะเคลื่อนที่ไปในท่อไอร้อน เพื่อลอยตัวขึ้นสู่ที่สูง ตามหลักธรรมชาติ (Free Convection) และออกทางปล่องปล่อยไอร้อน ซึ่งในขณะที่อากาศร้อนเคลื่อนที่ภายในท่อซึ่งอยู่ภายในโรงบ่มนั้นก็ถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) ให้กับอากาศภายในโรงบ่มและไอร้อนที่ไหลออกทางปล่องปล่อยไอร้อน ก็ถือได้ว่าเป็นการสูญเสียพลังงานความร้อนอีกรูปแบบหนึ่งของระบบ

4.4.6. การสูญเสียในกรณีอื่นๆ นอกเหนือจากที่ได้กล่าวมาแล้ว เช่น ทางด้านประตูโรงบ่ม การรั่วของผนัง หน้าต่างของโรงบ่ม ตาราง 2.6 จะแสดงให้เห็นถึงความต้องการในการใช้พลังงานในช่วงระยะต่างๆ ในขบวนการบ่มใบยา

ตาราง 2.6 แสดงค่าพลังงานความร้อนที่ต้องการในแต่ละขั้นตอนการบ่ม

ขั้นตอน	ช่วงเวลา ชั่วโมง	พลังงานที่ใช้ M J / K G CURED	พลังงานที่ต้องการ MJ/KG CURED	พลังงานสูญเสีย MJ/KG CURED	ประสิทธิภาพ %
ระยะทำสี	47	12.232	7.770	4.462	64.70
ระยะตรึงสี	22	16.071	3.022	13.049	18.80
ระยะทำแห้ง	19	18.440	0.727	17.673	3.94
ระยะทำก้านแห้ง	22	15.960	0.870	15.090	5.45
รวม	110	62.703	12.389	50.274	19.76

แหล่งข้อมูล : สถานีทดลองบ่มใบชาตุนแม่ใจ จังหวัดเชียงใหม่

ในการวิเคราะห์ระบบพลังงานนี้เราจะใช้ ประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Heat Efficiency) เป็นตัวบ่งบอกถึงความสามารถในการใช้พลังงานของระบบ

แบบจำลองคุณภาพอากาศ

1. หลักการของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เป็นวิธีการหนึ่งของการศึกษาการกระจายความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แบบจำลองทางกายภาพและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เองยังแบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบสถิติ (Statistical) และแบบดีเทอร์มินิสติก (Deterministic) แบบจำลองที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนี้ส่วนใหญ่จะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปใน UNAMAP (User's Network for Applied Modelling of Air Pollution) ของ USEPA ซึ่งมีอยู่ 31 แบบจำลองโมเดล ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.7 โดยที่ทุกแบบจำลองจะใช้หลักการของ แบบสถิติ

2. ข้อเปรียบเทียบระหว่างการใช้แบบจำลองกับการตรวจวัดจริง การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในบรรยากาศนั้น เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการศึกษาผลกระทบที่เกิดจากแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งมีต่อผู้รับมลพิษซึ่งได้รับผลกระทบดังกล่าว การศึกษาผลกระทบที่ดีที่สุดนั้นได้แก่การตรวจวัดมลพิษทางอากาศด้วยเครื่องมือทางฟิสิกส์ (อาทิ การวัดฝุ่นแขวนลอยด้วยเครื่องวัดฝุ่นปริมาตรสูง High Volume Air Sampler หรือทางเคมี เช่นการวัดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยวิธีพาราโรซานิลีน (Pararosaniline) แต่เนื่องจากการตรวจวัดทำได้จำกัด เช่น สามารถตรวจวัดได้เพียงชั่วระยะเวลาหนึ่งหรือบางครั้งต้องใช้เวลามาก เช่นการวัดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต้องใช้เวลาราว 24 ชั่วโมง จึงจะได้ตัวอย่างหนึ่งสำหรับวิธีพาราโรซานิลีนซึ่งค่าที่วัดได้ก็ถือเป็นค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง แต่ในระหว่าง 24 ชั่วโมงนั้น หากต้องการทราบค่าในชั่วโมงใดชั่วโมงหนึ่งก็ไม่อาจจะทราบได้ นอกจากจะใช้เครื่องมือที่มีราคาแพงในลักษณะของการวัดแบบต่อเนื่อง (Continuous Sampler) ซึ่งก็มีข้อจำกัดในการทำงานอยู่มาก

ส่วนการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้นสามารถจะประเมินค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง หรือ 24 ชั่วโมง หรือ 1 ปี ได้อย่างสมบูรณ์ แต่จำเป็นจะต้องรู้ข้อมูลของแหล่งกำเนิด และสภาพอุตุนิยมวิทยาอย่างถูกต้องที่สุด เพราะผลที่ได้ออกมาจะมีความถูกต้องไม่มากไปกว่าข้อมูลที่ป้อนเข้าไปเท่านั้น ในปัจจุบันยังไม่อาจกล่าวได้ว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีความแม่นยำในการประเมินได้เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ ของความเข้มข้นที่เกิดขึ้นจริง

เมื่อพิจารณาจากข้อดีข้อเสียของวิธีในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมทั้งสองแบบแล้ว (การตรวจวัดมลพิษโดยอาศัยการตรวจวัดจริงกับการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์) จึงสมควรที่จะใช้ประกอบกันทั้งสองวิธี โดยสามารถจะนำข้อดีของแต่ละวิธีมาเสริมกันได้ (แสงสัณฑ์ พานิช, 2536)

ข้อดีข้อเสียของการตรวจวัดมลพิษจริง

- ข้อดี**
1. ค่าความเข้มข้นของมลพิษในอากาศที่ถูกต้องจากควานผิดพลาดจะมีอยู่ในการวิเคราะห์เท่านั้น
 2. หากตรวจวัดต่อเนื่องอย่างมีหลักเกณฑ์จะสามารถยืนยันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้องที่สุด (เฉพาะจุดที่ตรวจวัด)
- ข้อเสีย**
1. การตรวจวัดต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการแพง
 2. ไม่อาจตั้งเครื่องมือไว้ต่อเนื่องได้เป็นเวลานาน ๆ และหลายๆ จุดให้เพียงพอ
 3. ในบางกรณี เช่น ยังไม่ได้สร้างหรือมีแหล่งกำเนิดมลพิษ ก็ใช้วัดได้เฉพาะความเข้มข้นของมลพิษที่มีอยู่แล้วเพื่อหวังผลในการเปรียบเทียบในอนาคตเท่านั้น แต่อาจมาใช้ในการประเมินผลกระทบไม่ได้
 4. หากไม่สามารถตรวจวัดได้เป็นเวลานานและหลายจุดเพียงพอจะทำให้การประเมินผลกระทบผิดพลาดได้ เนื่องจากความผันแปรของอุตุนิยมวิทยา ซึ่งอาจเกิดในช่วงเวลาที่ตรวจวัดและหากจุดตรวจวัดไม่เพียงพอก็อาจไม่เป็นตัวแทนในการพิจารณาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้เช่น ในกรณีพื้นที่ที่คาดว่าจะได้ผลกระทบกว้างขวางมาก

ข้อดีข้อเสียของการประเมินความเข้มข้นโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

- ข้อดี**
1. สามารถใช้ประเมินผลกระทบได้ในทุกกรณีที่ทราบหรือคาดคะเนแหล่งกำเนิดมลพิษ (ที่ตั้งอัตราการปล่อยสารมลพิษ, ลักษณะการปล่อยสารมลพิษ, สภาพอุตุนิยมวิทยาในช่วงเวลาที่ต้องการประเมิน, ความเร็วและทิศทางลม, ความเสถียรของบรรยากาศ เป็นต้น) จึงสามารถใช้ประเมินผลกระทบจากแหล่งกำเนิดที่ยังมิได้สร้างหรือมีขึ้นได้
 2. มีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการตรวจวัดจริงแต่ให้ผลที่กว้างขวางและละเอียดกว่าเช่นทำเส้นความเข้มข้น (contour) ได้ทั้งบริเวณศึกษา
 3. สามารถทราบผลได้อย่างรวดเร็ว จึงเป็นเครื่องมือในการประเมินผลกระทบเบื้องต้นที่ดี เช่นการเลือกจุดตรวจวัดที่เหมาะสม หรือประเมินผลกระทบที่ลดลง (หรือเพิ่มขึ้น) เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงแหล่งกำเนิด
- ข้อเสีย**
1. หากข้อมูลแหล่งกำเนิดหรือสภาพอุตุนิยมวิทยามีความคลาดเคลื่อน การประเมินก็จะผิดพลาดไปด้วย ความผิดพลาดของข้อมูลแหล่งกำเนิด เช่น อัตราการปล่อยสารมลพิษจะทำให้ผลที่คำนวณได้ผิดพลาดไปเท่าๆ กัน หรือ ความผิดพลาดของข้อมูลอื่นๆเช่น ความสูงของปล่องอุณหภูมิและความเร็วและทิศทางลม จะทำให้ผลที่คำนวณได้ผิดพลาดไป มากน้อยแล้วแต่กรณี
 2. เนื่องจากผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีความสวยงามน่าเชื่อถือจึงอาจได้รับการยอมรับและเชื่อถือมากเกินไปกว่าความถูกต้องของแบบจำลอง ซึ่งควรต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องและยืนยันกับผลการตรวจวัดจริงอยู่เสมอ

วิธีการในการแก้ไขจุดบกพร่องที่ดีที่สุดก็คือ การใช้วิธีการทั้งสองอย่างเสริมกัน กล่าวคือใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถได้ผลโดยรวดเร็ว เพื่อแสดงจุดที่คาดว่าจะมีผลกระทบสูง แล้วจึงตั้งจุดตรวจวัดด้วยวิธีการเคมี หรือฟิสิกส์ที่จุดนั้น ๆ หลังจากนั้นจึงนำผลการตรวจวัดจริง มาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาปรับแต่งข้อมูลที่ใช้กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น ในการทดสอบที่ทำกันในต่างประเทศ เช่นในโครงการของสหรัฐอเมริกา หรือยุโรป ซึ่งพยายามปรับแต่งความถูกต้องของการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์อยู่เสมอ โดยการตรวจวัดจริงควบคู่ไปกับการใช้แบบจำลอง ทำให้วิธีประเมินทั้งสองมีการพัฒนาขึ้น และทราบถึงความถูกต้องแม่นยำ และความคลาดเคลื่อน ที่เกิดขึ้นได้ แต่ในประเทศไทยยังมิได้มีการศึกษาที่จริงจังมากนัก

3. ข้อมูลที่ต้องการในการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีดังต่อไปนี้

- 3.1. ช่วงเวลาที่จะใช้ในการคำนวณมักจะอิงกับมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ดังปรากฏในตารางที่ 2.1 ทั้งนี้เพราะผลการคำนวณมักจะเอาไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานดังกล่าว ดังนั้น

ช่วงเวลาจึงต้องเท่ากันซึ่งก็มีความเหมาะสมดี เนื่องจากมาตรฐานได้กำหนดช่วงเวลาตามทีผลกระทบบของมลพิษชนิดนั้นๆ จะมีผลต่อสุขภาพ เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะมีผลต่อสุขภาพในระยะเวลา 1 ชั่วโมง โดยมีค่ามาตรฐาน 1300 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรเป็นต้น ดังนั้นแบบจำลองก็ควรจะศึกษาในระยะเวลา 1 ชั่วโมงเช่นกัน เป็นต้น

เป็นที่น่าสนใจว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้นควรใช้กับช่วงเวลามากกว่า 10 นาทีขึ้นไปจึงจะมีความถูกต้อง หากจะใช้เวลาสั้นน้อยกว่านั้น เช่น 1 นาทีควรใช้วิธีอื่นๆ ประกอบเช่น ใช้วิธี Peak - to - Mean Ratio หรือ วิธีของ Turner ซึ่งเป็นวิธีที่ต้องเก็บข้อมูลประกอบเอง มาใช้ก็ได้ ในบางครั้งช่วงเวลาอาจต้องยืดถึงเวลาที่แหล่งกำเนิดมลพิษทำงาน เช่นตามเวลาราชการ หรือตามฤดูกาลก็ได้ แต่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้กันในไมโครคอมพิวเตอร์ เช่น ISC ,MPTER ก็จะมีการระบุช่วงเวลาของแหล่งกำเนิดให้ผู้ใช้ใส่ข้อมูลลงไปได้เอง

3.2. พื้นที่ที่จะศึกษาหากเป็นจุดเช่น โรงพยาบาล หมู่บ้านที่จะได้รับผลกระทบก็เพียงกำหนดจุดพิกัดลงไปทั้งแหล่งกำเนิดมลพิษและจุดพิกัดของผู้รับ แต่หากมีแหล่งกำเนิดหรือผู้รับผลกระทบจำนวนมากก็ต้องกำหนดจุดพิกัดทั้งหมดลงไปให้สมบูรณ์ ในการกำหนดพื้นที่นั้นหากกำหนดไว้กว้างมากอาจทำให้สิ้นเปลืองเวลาในการคำนวณของคอมพิวเตอร์ หรือไม่อาจทราบรายละเอียดได้ในบริเวณเล็ก ทั้งนี้เพราะแบบจำลองจะมีข้อจำกัดของ Grid ที่ใช้ในการคำนวณ (การคำนวณจะลงเฉพาะ Grid Point เท่านั้น) หาก Grid มีขนาดคอมพิวเตอร์ช่วยในการวาด Contour ความเข้มข้นแล้วอาจมีข้อผิดพลาดได้มาก

ความถูกต้องในการประเมินของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้น Mahoney,(1974) "ได้อ้างว่าในกรณีที่ดีที่สุดจะเป็น $\pm 15\%$ ซึ่งต้องเป็นพื้นที่ราบลมพัดสม่ำเสมอ ระยะทางห่างแหล่งกำเนิด 1000 - 2000 เมตร และแหล่งกำเนิดมลพิษสม่ำเสมอตลอดช่วงเวลา แต่ปกติแล้วความถูกต้องจะเป็น $\pm 30 - 50\%$ และเลวกว่านั้นในกรณีของบางพื้นที่เช่นมีอาคารบังทางลมมากทำให้ลมผันแปร

3.3. ข้อมูลความเร็วลม โดยที่ในปัจจุบันโปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถคำนวณความเร็วลมที่ความสูงต่างๆ จากฐานความเร็วลมที่ระดับ 10 เมตร ซึ่งเป็นความสูงของเสาวัดลมมาตรฐาน โดยการคำนวณ จากหลักการที่ว่ามีความเสียดทานจากพื้นดินด้านลมระดับล่างไม่ให้เคลื่อนที่ได้เร็วกว่าลมในระดับที่สูงกว่า

3.4. ข้อมูลความสูงของอาคารใหญ่ข้างเคียง โดยที่ผลของอาคารใหญ่ใกล้เคียงจะถูกนำมาเป็นข้อมูล หากค่าปรากฏการณ์ Downwash

3.5. ข้อมูลความลึกของชั้นบรรยากาศตั้งแต่พื้นดินถึงชั้นอุณหภูมิผกผัน (Inversion) ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติ เป็นชั้นที่ปิดกั้นการแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศ ปกติจะสูงจากพื้นดินประมาณ 1500 เมตร ในเวลากลางวันและน้อยกว่านั้นในเวลากลางคืน

3.6. ข้อมูลอุณหภูมิของอากาศเสียจากแหล่งกำเนิดและความเร็วของอากาศเสีย เพื่อใช้ในการคำนวณค่า Plume Rise (แสงสันต์ พาวินซ์,2536)