บทที่ 2

ทฤษฎี แนวความคิด และรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี และแนวความคิดเกี่ยวกับ แนวกันชน (Buffer Zone)

F.M Mass (1976) แนวกันชน (Buffer Zone) หมายถึง บริเวณที่กั้นระหว่างเขตอุตสาหกรรมกับเขตที่อยู่อาศัย ลักษณะเป็นพื้นที่สีเขียว เช่นพื้นที่เกษตรกรรม สวนสาธารณะที่มีสถานที่พักผ่อนอยู่ภายใน

แนวกันชนมีประโยชน์หลายประการ ได้แก่ ช่วยดูดก๊าซพิษต่าง ๆ ในอากาศ และช่วยกระตุ้นให้เกิดความปั่นป่วน ผสมผสานของอากาศเสีย ช่วยให้ ฝุ่นและละอองไอ (Aerosol) ตกได้ดีขึ้น ช่วยลดแรงจากการระเบิด ช่วยลดระดับความดังของเสียงและคลื่นกระแทก (Shock wave) อีกทั้งยังให้ออกซิเจนและความชื้นแก่อากาศ ในบริเวณใกล้เคียงอีกด้วย

การกำหนดแนวกันชนจะมีความสัมพันธ์กับประเภทของอุตสาหกรรม และการแบ่งเขตพื้นที่อุตสาหกรรม ประเทศเนเธอร์แลนด์ (1976) ได้เสนอแนะในการแบ่งประเภทอุตสาหกรรม โดยพิจารณาในด้านมลภาวะ อากาศเป็นหลัก สรุปได้ว่า

1. อุตสาหกรรม ประเภทที่ 1 และ 2 เป็นอุตสาหกรรมที่ใช้พื้นที่ทำงานมาก ในขณะที่จำนวนแรงงานต่อพื้นที่จะน้อย รูปแบบของกิจกรรมที่ทำ ไม่มีความหลากหลาย อยู่ห่างไกลจากใจกลางเมือง และเขตที่พักอาศัยและอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติได้มาก อุตสาหกรรม ทั้ง 2 ประเภทนี้ ควรตั้งอยู่ ห่างจากเขตที่พักอาศัยเป็นระยะทางมากกว่า หรือเท่ากับ 3 กิโลเมตร

2. อุตสาหกรรม ประเภทที่ 3 และ 4 เป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กกว่าประเภท 1 และ 2 อยู่ใกล้พื้นที่เขตเมืองมากกว่า ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้น้อยกว่าอุตสาหกรรม ที่ 3 และที่ 4 ซึ่งมีผลต่อสิ่งแวดล้อมน้อย จะสามารถตั้งอยู่ในบริเวณติดกับพื้นที่เขตเมืองได้ ส่วนกรณีที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้นก็ควรจะตั้งอยู่ห่างจากเมืองออกไปตามลำดับ

3. อุตสาหกรรม ประเภทที่ 5 และ 6 เป็นประเภทที่ใช้พื้นที่น้อย และอยู่ใกล้ศูนย์กลางเมืองมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาก

นอกจากนี้ยังมีวิธีการแบ่งเขตพื้นที่อุตสาหกรรม โดยใช้ปัจจัยต่าง ๆ 4 ข้อ เป็นตัวกำหนด

ตารางที่ 2.1 แสดงการแบ่งประเภทอุตสาหกรรม เพื่อใช้สำหรับพื้นที่กันชน (Buffer Zone)

กลุ่ม	ประเภทอุตสาหกรรม	ลักษณะอุตสาหกรรม	ที่ตั้งและระยะห่างจากใจกลางเมือง และที่อยู่อาศัย	Buffer Zone	
				ประเภท	ความกว้าง
1	อุตสาหกรรมหนัก	การกลั่นน้ำมัน, ผลิตสารเคมี เตาปฏิกรณ์ปรมาณู	นอกพื้นที่เขตเมือง (> 3,200 เมตร)	ป่าไม้ที่ใช้ประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่สีเขียว	> 2 กม.
2	อุตสาหกรรมหนัก	ผลิตเครื่องจักร โรงไฟฟ้า ท่าเรือ	นอก-ในพื้นที่เขตเมือง (1,600-3,200 เมตร)	เหมือนประเภทที่ 1 แต่รวมถึง สวนสาธารณะ Allotments, สนามกีฬา	> 1 กม.
3A	อุตสาหกรรมขนาดกลาง-หนัก ที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศมาก	ผลิตไฟเบอร์ ผลิตภัณฑ์เซรามิค และซีเมนต์	พื้นที่เขตเมือง (1,600-3,200 เมตร)	Screening Parkland	>= 500 เมตร
3B	อุตสาหกรรมขนาดกลาง-หนัก ที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศน้อย	ผลิตรถยนต์ หลอดไฟ อาหาร ทอผ้า	พื้นที่เขตเมือง (+/- 1,600 เมตร)		>= 200 เมตร
4A	อุตสาหกรรมเบาที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศได้บ้าง	ฟอกหนัง ทอผ้า อุตสาหกรรมอาหาร			
4B	อุตสาหกรรมเบาที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศเล็กน้อย	ผลิตอุปกรณ์โทรนิค เครื่องใช้ในครัวเรือน	ใกล้ๆ เมือง หรือใจกลางเมือง (400-1,600 เมตร	Screening Plont (โดยเฉพาะ 4A) ต้นไม้ประดับสำหรับ Screening Parkland	< 50-100 เมตร
5	อุตสาหกรรมการบริการ	งานพิมพ์ แลปล้างฟิล์ม ทำขนมปัง	ใกล้ๆ เมือง หรือใจกลางเมือง (< 800 เมตร)	ต้นไม้ประดับ สวนสาธารณะ	< 100 เมตร
6	โรงงาน หัตถกรรม ฯลฯ	ร้านถ่ายรูป เครื่องปั้น เสื้อผ้า	ใกล้ๆ เมือง หรือใจกลางเมือง (< 400 เมตร)	ต้นไม้ประดับ	< 50 เมตร

1. น้ำหนัก ของสินค้าที่ต้องขนส่ง ต่อจำนวนคนงานใน 1 ปี

2. ขนาดของโรงงานรวมถึงพื้นที่การจราจร

3. จำนวนคนงานในโรงงาน

4. ระยะทางที่เกิดความเดือดร้อนรำคาญ

ในหลายประเทศพบว่ามีการกำหนดในเรื่อง แนวกันชน (Buffer Zone) เช่น ประเทศเยอรมัน ได้เสนอแนะให้มีแนวกันชนกั้นระหว่างเขตอุตสาหกรรม และเขตที่พักอาศัย ในระยะความกว้างของ แนวกันชนที่แตกต่างกัน ในช่วง 200 - 300 เมตร ประเทศอิสราเอลจะแบ่งอุตสาหกรรมเป็น 6 ประเภท โดยมี แนวกันชนตั้งแต่ 0 - 200 เมตร ซึ่งการกำหนดความกว้างของแนวกันชนนั้น พิจารณาจากความเดือดร้อนรำคาญที่เกิดขึ้นจากการประกอบการอุตสาหกรรม ประเทศรัสเซีย จะแบ่งอุตสาหกรรมเป็น 5 ประเภท โดย แนวกันชนมีความกว้าง 1000 500 300 100 และ 50 เมตร ตามลำดับ ซึ่งในบางกรณี ความกว้าง แนวกันชน อาจเพิ่มเป็น 1.5 หรือ 2 เท่า เมื่อเขตที่พักอาศัยนั้นเป็นที่ตั้งของโรงพยาบาล หรืออยู่ทางใต้ลมที่พัดมาจากโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนประเทศฮังการีนั้น การกำหนด แนวกันชน เหมือนกับกรณีของรัสเซีย

ตารางที่ 2.2 แสดงข้อเสนอแนะในการแบ่งประเภทอุตสาหกรรมและขอบเขตของ Buffer Zone

ประเภทที่	ความกว้างของ Buffer Zone (เมตร)	อุตสาหกรรม
6	2000	สารเคมี ระเบิด เตาปฏิกรณ์ปรมาณู สนามบิน ผลิตเครื่องบิน ทำปุ๋ยหมัก ในที่เปิดโล่ง ถลุงโลหะ ยาฆ่าแมลง ซีเมนต์ อู่ต่อเรือ กาวที่ทำจากหนังกระดูกสัตว์ Bitumen Factory
5	1000	ผลิตเหล็กขนาดใหญ่ เครื่องจักรกล อุตสาหกรรม เคมีบางชนิด กระดาษ น้ำตาล สังกะสี แอสเบสตอส (ใยแก้ว) ต่อเรือขนาดเล็ก ผลิตอาหาร และน้ำมันขนาดใหญ่ โรงขยะขนาดใหญ่
4	500	ทอผ้า แก้ว โลหะ เครื่องหนัง เครื่องไฟฟ้า วัสดุก่อสร้าง

ประเภทที่	ความกว้างของ Buffer Zone (เมตร)	อุตสาหกรรม
3	150	อุตสาหกรรมขนาดเล็ก ๆ ผลิตวัสดุก่อสร้าง ผลิตสบู่ ประกอบรถยนต์ เซรามิค ยาสูบ ผลิตภัณฑ์อาหารรวมทั้งกาแฟ และช๊อคโกแลต
2	50	ผลิตรองเท้า สิ่งทอสำเร็จรูป งานพิมพ์
1	0	ขนมปัง ผลิตภัณฑ์จากไม้ งานเล็ก ๆ ที่ไม่ทำให้เกิดมลพิษ

ที่มา : มาตรฐานพื้นที่กันชน (Buffer Zone) ประเทศรัสเซียและโปแลนด์ (1957)

ตารางที่ 2.3 แสดงความกว้างของ Buffer Zone

ประเภทที่	ความกว้างของ Buffer Zone	สถานที่ตั้ง	ความสัมพันธ์เปรียบเทียบกับประเภทอุตสาหกรรมในตารางที่ 2.1
1	0	อยู่ในเขตที่พักอาศัย	6
2	100	ใจกลางเมือง	5
3	200	อยู่ในพื้นที่สำหรับ	4B
4	300	อุตสาหกรรมขนาดเบา ที่ไม่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ	
5	600	พื้นที่เขตอุตสาหกรรมที่	4A
6	800	ก่อให้เกิดความเดือดร้อน	3B
7	1500	รำคาญ	3A
8	2000	อุตสาหกรรมชนิดพิเศษ	1,2
9	2000	ที่ต้องแยกออกจากประ	
10	2000	เภทอื่น	

ที่มา : มาตรฐานพื้นที่กันชน (Buffer Zone) ประเทศอิสราเอล (1960)

2.1 แนวความคิดการพัฒนาอุตสาหกรรม

จากการศึกษาแนวโน้มของอุตสาหกรรมในอนาคต กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม (2526) สรุปว่า มีการส่งเสริมอุตสาหกรรม ทั้งหมด 7 ประเภทใหญ่ ๆ คือ อุตสาหกรรมการเกษตร อุตสาหกรรมพื้นฐาน พวกอุตสาหกรรมเหล็กกล้า ปุ๋ยเคมี อุตสาหกรรมเคมีจากปิโตเลียม อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมวิศวอุตสาหกรรมเบา อุตสาหกรรมหัตถกรรม

จากแนวโน้มของอุตสาหกรรมในอนาคต พิจารณาได้ว่ามลพิษสิ่งแวดล้อมที่มีแนวโน้มทวีความรุนแรงขึ้นถ้าไม่มีการป้องกัน และควบคุมอย่างเคร่งครัด คือ มลพิษทางน้ำ และมลพิษทางอากาศ เนื่องจากจะมีโรงงานอุตสาหกรรมพวกเหล็กกล้าเกิดขึ้นมาก

อาทร สุพโปฎก (ไม่ระบุปีที่พิมพ์) กล่าวว่า อุตสาหกรรมเหล็กกล้า จะปล่อยน้ำทิ้งจำพวก ตะกอน แขวนลอย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นทราย ดินเหนียว และถ่านหิน ตลอดจนโลหะต่าง ๆ รวมทั้งปล่อยของเสียสู่บรรยากาศซึ่งเป็นสารพวกเหล็ก คาร์บอน ซิลิคอนไดออกไซด์ อลูมิเนียมออกไซด์ แมงกานีสออกไซด์ และแคลเซียมออกไซด์

การพัฒนาอุตสาหกรรม ในปัจจุบันได้มีโครงการที่ก้าวหน้าไปอย่างมาก และย่อมเป็นบ่อเกิดของปัญหาทางสิ่งแวดล้อมในหลายด้าน ซึ่งล้วนแต่จะเป็นอันตราย ต่อชีวิตมนุษย์ สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ และต่อทรัพย์สิน

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม (2526) กล่าวรายงานถึงการพัฒนาอุตสาหกรรม ในพื้นที่จังหวัดชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ให้เป็นศูนย์กลางความเจริญใหม่ โดยพัฒนาศูนย์อุตสาหกรรมหลัก และอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่น ๆ ให้มีความสมบูรณ์ในตัวเอง ได้แก่ อุตสาหกรรมแยกก๊าซธรรมชาติ อุตสาหกรรมปิโตเคมีคอล อุตสาหกรรมโซดาแอชอุตสาหกรรมเหล็กและกล้า อุตสาหกรรมปุ๋ยเคมี

ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากอุตสาหกรรม เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม ที่มาจากการนำทรัพยากรไปใช้เพิ่มการผลิตสินค้าต่าง ๆ ซึ่งเป็นเรื่องของความเสื่อมโทรมที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม ที่มาจากการปล่อยของเสียจากการผลิตสินค้า

เกษม สนิทวงศ์ ณ อยุธยา (2525) กล่าวว่า อุตสาหกรรมเป็นสาเหตุของการทำลายสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมีการใช้ทรัพยากร และวัตถุดิบต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต โดยมีการทำให้ทรัพยากรธรรมชาติมีจำนวนน้อยลง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมด้านต่าง ๆ และผลจากอุตสาหกรรมยังได้ปล่อยของเสียต่าง ๆ สู่สิ่งแวดล้อมจนเป็นอันตรายต่อสภาพของน้ำ อากาศ ดิน และชีวิตมนุษย์ สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ

วิสิทธิ์ น้อยพันธ์ (2519) ได้จำแนกมลพิษทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการประกอบกิจการอุตสาหกรรม ออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ปัญหาน้ำเสีย (water pollution) ปัญหาอากาศเป็นพิษ (air pollution) ปัญหาเสียงรบกวน (noise pollution) ปัญหาของเสียที่มีลักษณะเป็นของแข็ง และสารโลหะ (solid waste and heavy metal pollution)

2.3 แนวความคิดมลภาวะทางอากาศ

มลพิษทางอากาศ (Air pollution) หมายถึง สภาพบรรยากาศที่มีสาร (Airborn Substance) อยู่ในระดับความเข้มข้นสูงกว่าค่าปลอดภัยที่กำหนดไว้ และทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยสารในที่นี้หมายถึงธาตุหรือสารประกอบซึ่งอาจเกิดจากธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของคนก็ได้ สารพวกนี้ลอยปะปนอยู่ในบรรยากาศในรูปก๊าซ หยดของเหลว หรืออนุภาคแข็ง (วงศ์พันธ์ และคณะ 2525)

ระบบมลพิษทางอากาศ (Air Pollution System) ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

1. แหล่งกำเนิดมลพิษ หมายถึงจุดที่มีกิจกรรมใดๆ ที่ก่อให้เกิดมลพิษขึ้นมาไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง (วงศ์พันธ์ และคณะ 2525) ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งแหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่เช่น รถยนต์ หรือแหล่งกำเนิดที่อยู่กับที่เช่น โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ อีกทั้งยังสามารถแบ่งตามรูปแบบการเกิดมลพิษได้เป็นแหล่งกำเนิดเดียว แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ แหล่งกำเนิดแบบเป็นแนวทาง โดยที่มลพิษขนาดเล็กกว่า 0.1 ไมครอน จะมาจากไอเสียรถยนต์ ควันไฟ พายุฝน และโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับไอระเหยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของก๊าซ มีแหล่งที่มาจากเผาไหม้ เชื้อเพลิงในกิจกรรมต่าง ๆ

1.1 ชนิดของมลพิษทางอากาศ อาจจะแบ่งได้ในหลายลักษณะทางกายภาพ จะแบ่งได้เป็น

อนุภาคของสาร (Particutes) หมายถึง อนุภาคของสารที่สามารถลอยตัวอยู่ในบรรยากาศได้ อาจจะอยู่ในรูปของ ของแข็งหรือหยดของเหลวก็ได้ อนุภาคสารมีขนาดต่าง ๆ กันมาก

ไอระเหย (Vapours) หมายถึง ก๊าซหรือสารประกอบทีมีจุดเดือดต่ำกว่า 200 องศาเซลเซียส ตัวอย่างมลพิษในรูปแบบของไอระเหย ได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ลักษณะพิเศษของมลพิษในรูปของไอระเหยคือ สามารถเป็นรูปแบบในบรรยากาศได้ เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สามารถเปลี่ยนรูปเป็นฝนกรด (Acid Rain) ได้เมื่อปะทะกับความชื้น

1.2 ปริมาณมลพิษ จะเป็นตัวแปรอีกค่าที่จะบ่งบอกว่า สภาวะมลพิษจะรุนแรงหรือไม่ปริมาณของการปล่อยมลพิษ ถ้ามีปริมาณมากและถูกปล่อยออกมาในช่วงเวลาสั้น ๆ ก็จะก่อให้เกิดความรุนแรงได้มากกว่าการปล่อยมลพิษออกมาในปริมาณน้อยแต่ต่อเนื่อง

2. บรรยากาศ หมายถึงเส้นทางที่ทำให้มลพิษจากแหล่งกำเนิดแพร่กระจายออกไปโดยมีปัจจัย

2.1 ค่าความคงตัวของบรรยากาศ จะเป็นค่าที่บ่งบอกสภาพอากาศในขณะนั้นว่าจะมีการแพร่กระจายของอากาศได้ดีเพียงไร จะแทนด้วยค่า Class ต่าง ๆ จาก A-F

2.2 ความเร็วและทิศทางของลม จะเป็นตัวการในการพัฒนาและกระจายตัวของมลพิษไปในทิศทางที่ลมพัดผ่าน โดยที่ลักษณะการกระจายตัวของมลพิษมี 3 แบบคือ แบบที่ 1 คือ การแพร่กระจายจากการพัดพา โดยมีตัวแปรเป็นความเข้มข้นของมลพิษเป็นตัวกำหนด และแบบที่สุดท้ายคือ การแพร่สำหรับการแพร่กระจายที่มีผลดีที่สุดได้แก่ การแพร่กระจายแบบที่สาม เพราะจะทำให้มลพิษกระจายตัวแทรกเข้าไปในบรรยากาศได้เร็วที่สุดเป็นผลทำให้ไม่เกิดปัญหาจากมลพิษ

3. ผู้รับมลพิษ หมายถึง ผู้รับผลกระทบจากมลพิษทั้งทางตรงหรือทางอ้อม อาจหมายถึงคน สัตว์ หรือสิ่งของก็ได้ โดยที่ปัจจัยต่าง ๆ ในการบ่งบอกความรุนแรงของสภาวะมลพิษดังนี้

3.1 สภาพพื้นฐานของผู้รับมลพิษ จะเป็นปัจจัยอันหนึ่งที่บ่งบอกความรุนแรงได้ ในกรณีที่ผู้รับมลพิษเป็นผู้ที่มีสุขภาพที่แข็งแรง อาการที่เกิดจากได้รับมลพิษ เมื่อเทียบกับผู้ที่มีสุขภาพอ่อนแอกว่า ก็จะไม่รุนแรงเท่า สำหรับอาการที่เกิดจากมลพิษจะมีอยู่ 2 แบบได้แก่ การเจ็บป่วยแบบเรื้อรัง และการเจ็บป่วยแบบเฉียบพลัน

3.2 ปริมาณมลพิษที่ได้รับ ถ้าปริมาณมลพิษที่ผู้รับได้มีค่าเกินมาตรฐาน ก็อาจจะเกิดอันตรายแก่ผู้รับได้

3.3 ระยะเวลาที่รับมลพิษ จะเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่เป็นตัวบ่งบอกความรุนแรงได้ จากการวิจัย พบว่าความรุนแรงจะเพิ่มขึ้นสัดส่วน ตามขนาดและระยะเวลาที่ได้รับมลพิษ แต่ก็ไม่สามารถสรุปได้ว่า เมื่อผลคูณของความเข้มข้นเท่ากัน อันตรายที่เกิดขึ้นจะเท่ากันเสมอไป

2.4 ทฤษฎีการแพร่กระจายมลพิษ

สำหรับการแพร่กระจายของมลพิษไปสู่บรรยากาศจะมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น ทิศทางและความเร็วของลม สภาพความเสถียรของบรรยากาศ รูปแบบการกระจายตัวแบบเกาส์เสียน ดังกล่าวต่อไป

1. การกระจายแบบเกาส์เสียน (Gaussian Equation) โดยทั่วไปแล้วแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะมีอยู่สองประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ แบบ Gausian ซึ่งได้มีการพัฒนามาจาก Heat Diffusion Equation ของ Adolph Fick แล้วพัฒนาโดย Sutton และ Pasquill ให้เป็นแบบจำลองที่มีสูตรชัดเจน และมีข้อมูลทางสถิติเกี่ยวกับการแพร่กระจายอยู่ด้วย ทำให้ใช้ได้ง่าย และมีความถูกต้องสูง ส่วนอีกแบบหนึ่งเป็นแบบที่ใช้สมการการแพร่กระจาย (Diffusion Equation) ที่ใส่ขอบเขตตัวแปร (Boundry Conditions) ต่าง ๆ เข้าไปทำให้การแก้สมการจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลลัพธ์ซึ่งทำให้ไม่เป็นที่นิยมมากนัก แม้ว่าน่าจะมีความถูกต้องมากกว่า (ในแง่ของกรณีที่มี Boundary Condition มาก ๆ เช่น มีภูเขา (แสงสันต์ พาณิช 2536)

2. สัมประสิทธิ์การกระจาย (Diffusion Confficients) ในการใช้สมการเกาส์เสียน ค่าตัวแปรอันหนึ่งได้แก่ ค่าซึ่งสามารถหาความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์การกระจายในแนวแกน Y และแนวแกน Z จากผลความเบี่ยงเบนของทิศทางลมในมุมมอง (Azimmuth) และในมุมตั้ง (Elevation) การเปลี่ยนแปลงของมุมเหล่านี้ขึ้นอยู่กับความเร็วลม และสภาพความคงตัวของบรรยากาศ (Stability Condition) (Slade, 1968) ในปี 1970 Tumer ได้สร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์การ กระจายทางแนวแกน Y และแกน Z กับระยะทางตามลมและสภาพความคงตัวของบรรยากาศ

3. ค่าความคงตัวของบรรยากาศ เป็นค่าที่ใช้บ่งบอกความคงตัวของบรรยากาศ หาได้จากความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วลม และค่าความปั่นป่วนในอากาศ เนื่องจากความร้อนของดวงอาทิตย์ ซึ่งได้แก่ ค่าการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) นั่นเอง แต่เนื่องจากค่า Solar Radiation เป็นข้อมูลที่วัดได้ค่อนข้างลำบาก และไม่เป็นที่นิยมใช้ จึงมีการประยุกต์เอาปริมาณเมฆในท้องฟ้าเป็นตัวระบุแทนค่า Solar Radiation โดยที่ปริมาณเมฆในท้องฟ้าจะมีค่าแปรผกผันกับค่า Solar Radiation ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับฤดูกาลด้วย

2.5 แนวความคิดของอุบัติภัย

อุบัติภัยร้ายแรง (Hazard) หมายถึง ศักยภาพที่ทำให้ผู้คนและทรัพย์สินได้รับความเสียหายเหล่านี้ ส่วนใหญ่มักเกิดกับอุตสาหกรรมเคมี (จงโปรด, 2530) ทั้งนี้เนื่องจากวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ ตลอดจนกระบวนการ ผลิตและการจัดเก็บมีศักยภาพที่จะเกิดอุบัติภัย หรือความเสี่ยงสูง กล่าวคือ วัตถุผลิตภัณฑ์เป็นสารติดไฟ (Flammable) สารระเบิด (Explosive) หรือสารพิษ (Toxic) ส่วนการจัดเก็บสาร และกระบวนการผลิตจะอยู่ภายใต้ความดันหรืออุณหภูมิสูง ถึงแม้ว่าในการออกแบบระบบต่าง ๆ โรงงานจะได้ออกแบบเผื่อไว้ (Overdesing Design) เพื่อความปลอดภัย และมีการติดตั้งระบบควบคุมสัญญาณอันตราย หรือระบบดับเพลิงไว้แล้ว แต่อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นแสดงให้เห็นว่าต้องมีข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจาก

ก. การใช้งานในกระบวนการผลิต ถังเก็บสารเคมีไม่เป็นไปตามที่ออกแบบไว้

ข. ข้อผิดพลาดของคน (Human Error) เนื่องจากคนงานไม่ปฏิบัติตามวิธีการที่กำหนดให้

ค. ระบบป้องกันขัดข้อง ซึ่งอาจเกิดจากการบำรุงรักษาอุปกรณ์ป้องกัน หรืออุปกรณ์ฯ หมดอายุการใช้งาน เป็นต้น

อันตรายร้ายแรงทางอุตสาหกรรม (Major Hazard) แบ่งได้ 3 ประเภทคือ

1. การเกิดไฟ (Fire) ไฟไหม้เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ง่ายและบ่อยในกระบวนการผลิต การขนส่ง หรือการเก็บเอกสาร องค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้เกิดไฟไหม้คือ เชื้อเพลิง ออกซิเจน และความร้อนจากแหล่งต่าง ๆ (ignition source) ไฟไหม้มีหลายประเภทขึ้นอยู่กับลักษณะการเกิด ได้แก่

- Pool Fire เกิดจากของเหลวที่มีจุดเดือดในบรรยากาศสูงกว่าอุณหภูมิในบรรยากาศขณะนั้น เกิดการรั่วไหลหรือหกแผ่กระจายไปตามพื้น เมื่อได้รับความร้อนก็จะติดไฟ ซึ่งมีลักษณะแผ่เป็นวงกว้างขึ้นกับขนาดของพื้นที่หน้าตัดของผิวของสารติดไฟ

- Flash Fire เกิดจากสารไวไฟรั่วไหลออกสู่บรรยากาศ กลายเป็น vapor cloud แล้วเกิดการติดไฟอย่างรวดเร็ว แต่ปริมาณของสารและความเร็วของเปลวการติดไฟไม่มากพอที่จะเกิดแรงดันหรือระเบิดได้

- jet fire เป็นไฟที่เกิดจากสารเคมีที่เก็บไว้ภายใต้ความดันสูงเกิดการรั่วไหลจึงฟุ้งกระจายสู่บรรยากาศ

2. การระเบิด (Explosion) เป็นการปล่อยพลังงานอย่างรวดเร็ว แล้วก่อให้เกิดคลื่นที่มีความดันสูง (pressure wave) ในบรรยากาศ ลักษณะการระเบิด ได้แก่

- BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) มีลักษณะเป็นลูกไฟ (Fireball) ที่เกิดจากการรั่วไหลของสารติดไฟอย่างรวดเร็ว เนื่องจากภาชนะหรือถังบรรจุเกิดร้อนและมีแรงดันมาก จึงเกิดการฉีกขาด ทำให้สารพุ่งกระจายสู่บรรยากาศแล้วติดไฟเป็นลักษณะลูกไฟขนาดใหญ่

- UVCE (Unconfined Vapor Cloud Explosion) เกิดจากการแพร่กระจายของไอของสารที่ติดไฟได้ที่รั่วไหลออกมาจากกระบวนการผลิต หรือถังเก็บสู่บรรยากาศในปริมาณที่มาก เรียกว่า vapor cloud ซึ่งเคลื่อนตัวออกไปจากจุดที่รั่วไหลแล้วมีการติดไฟ ทำให้เกิดการระเบิดค่อนข้างรุนแรง

- Confined Explosion เป็นการระเบิดของสารติดไฟในพื้นที่จำกัด เช่น ภายในอาคาร ลักษณะและความรุนแรงขึ้นกับปริมาณของการระเบิด

- Dust Explosion เป็นการระเบิดของฝุ่นบางชนิด

3. การรั่วไหลของสารพิษ (Toxic Release) การรั่วไหลของสารเคมีที่เป็นพิษ เช่น จากถังเก็บ หรือจาก reactors เนื่องจากการเกิด runaway reaction หรือเกิด overpressure หรือจากอุบัติเหตุรถชนเป็นต้น สารพิษที่รั่วไหลสู่บรรยากาศ และทำให้เกิดผลกระทบอย่างเฉียบพลันมากกว่าผลกระทบอย่างเรื้อรัง

ผลกระทบจากอันตราย

อุบัติภัยร้ายแรงทำให้เกิดความสูญเสีย แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. ผลกระทบต่อบุคคล (Human loss or injury) ทำให้คนงานและชุมชนล้มป่วยบาดเจ็บ และเสียชีวิต

2. ผลกระทบต่อทรัพย์สิน (Property loss) ทำให้ทรัพย์สินของโรงงานและชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงเสียหาย

3. ผลกระทบต่อผลผลิต (Production loss) อันเป็นผลสืบเนื่องจากความเสียหายของอุปกรณ์และอื่น ๆ

การประเมินความเสี่ยงทางอุตสาหกรรม ต้องพิจารณาถึงกลุ่มที่จะได้รับผลกระทบขอการระเบิด ไฟไหม้ และความเป็นพิษที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งแบ่งได้เป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 3 กลุ่มดังนี้

1. คนงาน (workers) คือกลุ่มแรกที่จะได้รับอันตรายเนื่องจากต้องปฏิบัติงานในตัวโรงงาน

2. ทรัพย์สินของโรงงาน จะเสียหายมากน้อยเพียงใดขึ้นกับความรุนแรงของอันตราย

3. ชุมชนโดยรอบ (Surrounding) ผลของอันตรายที่เกิดขึ้นจะไม่ถูกจำกัดอยู่ในเพียงโรงงานเท่านั้น หากสามารถส่งผลกระทบทั้งต่อชีวิตและทรัพย์สินของชุมชนที่อยู่อาศัยโดยรอบได้เป็นระยะทางไกล ๆ

ตารางที่ 2.4 แสดงชนิดของอุบัติภัยในโรงงานเคมี

ชนิดของอุบัติภัย	โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์	โอกาสที่เสียชีวิต	โอกาสสูญเสียทางเศรษฐกิจ
การเกิดไฟ	สูง	ต่ำ	ปานกลาง
การระเบิด	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง
การรั่วไหลของสารพิษ	ต่ำ	สูง	ต่ำ

ตารางที่ 2.5 แสดงอุบัติภัยร้ายแรง (Diasters) ที่เกิดขึ้นในอดีต

Place	Date	Mode of Accident	Fatalities		Physical Injuries	
			Immediate	Delayed	Disabled	Total
Oppau, Germany	21/9/21	ca. 3000 tonnes of ammonium nitrate exploded	561	?	100 ?	1,500
Cleveland, USA	20/10/44	Conflagration involving ca 3000 tonnes LNG	128		?	200-400
Ludwigshafen, Gemary	28/7/48	Vapour cloud explosion	207		500 serious	3818
Aberfan. UK	21/10/66	Landslide of coal waste buried school and houses	147	Nil		?
Fixborough, Uk	1/6/74	Vapour cloud explosinon of cyclohexane	28	?	?	105
Seveso Italy	10/7/76	Runaway reaction discharged gonnes of highly caustic meterial containing dioxin	Nil	Nil	Nil	447 birns 187 Chlor-acne
Three Mile Island, USA	28/3/79	Nuclear reactor malfunction	Nil	1-2 ?		Nil
Mississauga. Canada	11/11/79	Chlorine release from train crash	Nil			Nil
Mexico City. Mexico	19/11/84	18-hour conflagration of ca. 6000 tonnes of LPG	> 500	?	100 ?	7097
Bhopal, India	3/12/84	Runaway teaction in storage tank released ca. 30 tonnes of methyl isocyanate	> 2000	?	?	200,000 ?
Chemobyl. USSr	3/12/84	Catstrophic malfunction of nuclear reactor	31	500?	7	237
Basie, Switzerland	25/4/86	Chemical warehouse fire led to river pollution	Nil	Nil	Nil	Nil
Piper Alpha Oil Platform. North Sea	6/7/88	Explosion destroyed oil production platform	167	Nil	?	20

* Nil : No Data

2.6 แนวความคิดของการแพร่กระจายมลภาวะ

มลสารในอากาศที่ถูกปล่อยออกมาจากแหล่งเกิดแบบจุดหรือแบบกระจายจะถูกนำไป กระจาย หรือทำให้เข้มข้นขึ้นโดยสภาวะอากาศ และสภาพสูงต่ำของภูมิประเทศ วัฏจักรของมลสารในอากาศเริ่มต้นด้วยการปล่อยมลสารออกมาตามด้วยการพา และการฟุ้งกระจายผ่านบรรยากาศ แล้วสิ้นสุดลงเมื่อมลสารทับถมบนพืช พื้นดิน ผิวน้ำ และอื่นๆ เมื่อถูกฝนชะออกจากบรรยากาศ หรือเมื่อมลสารหลุดออกไปในอวกาศ ในบางกรณีมลสารที่ทับถมอยู่อาจถูกลมนำเข้าสู่บรรยากาศได้อีก

ในบางพื้นที่สภาวะของอากาศและภูมิประเทศจะชักนำให้เกิดการสะสมของมลสาร ทำให้ความเข้มข้นของมลสารเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการสึกหรอของสิ่งก่อสร้าง และกระทบกระเทือนถึงสุขภาพอนามัย และพืชผลต่าง ๆ ในพื้นที่นั้น ในเมืองที่มีพื้นที่กว้างขวางมลสารจะถูกปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดจำนวนมากมาย ทั้งที่เป็นจุดและเป็นพื้นที่ แล้วกระจายไปทั่ว พื้นที่ภูมิประเทศนั้น และที่ตั้งในเมืองจะได้รับมลสารจากแหล่งต่าง ๆ ในปริมาณแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับกระแสลมที่พัดไปมาการมีตึกสูง ๆ และอื่น ๆ ถ้าต้องการควบคุมความเข้มข้นของมลสาร ณ สถานที่หนึ่งไม่ให้มีความเข้มข้นเกิดขีดกำหนดก็ต้องควบคุมการปล่อยมลสารจากแหล่งเกิดต่าง ๆ ที่มีส่วนทำให้ความเข้มข้น ของมลสารในสถานที่นั้นเพิ่มขึ้น

การกระจายของมลสารในบรรยากาศมีกลไกที่สำคัญ 3 อย่างคือ

1. การเคลื่อนไหวของอากาศที่พามลสารไปตามลม
2. ความแปรปรวนของบรรยากาศที่ทำให้ผลสารกระจายไปทุกทิศทาง
3. การฟุ้งกระจายของมวลเนื่องจากความแตกต่างของความเข้มข้น นอกจากนี้คุณสมบัติทางแอโรไดนามิก เช่น ขนาด รูปร่าง และน้ำหนัก จะมีผลต่ออัตรามลสารที่ไม่ใช่ก๊าซตกลงสู่พื้นดิน หรือลอยตัวขึ้นไป

แหล่งการมลภาวะของอากาศเป็นสิ่งสำคัญมาก และอาจจะแบ่งออกได้ 2 ลักษณะคือ ประการแรกแหล่งกำเนิดมลภาวะเป็นจุด (Point Sources) ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นในช่วงระยะสั้น ๆ เช่น การทดลองระเบิดปรมาณู หรืออาจจะเกิดต่อเนื่องกันตลอดเวลาก็ได้ เช่นไอเสียจากรถยนต์ หรือควันจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น สิ่งสกปรกที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดนี้อาจจะแพร่กระจายออกไปยังบริเวณอื่น ๆ โดยลมพัดพาไปก็ได้ เช่นควันจากโรงงานอุตสาหกรรมจะถูกลมพัดพาไปได้ไกลถึง 10 กม. ส่วนประเภทที่ 2 แหล่งกำเนิดมลภาวะเป็นพื้นที่ (Area Sources) เช่นมลภาวะที่เกิด

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากย่านอุตสาหกรรมที่หนาแน่น จุดกำเนิดของมลภาวะของอากาศจะครอบคลุมพื้นที่เป็นระยะถึง 100 กม. มลภาวะที่เกิดขึ้นจากแหล่งดังกล่าวจะถูกลมพัดพาออกไปได้ไกลมาก

การแพร่กระจายของมลภาวะในแนวตั้ง

บรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์จะเป็นชั้นที่มีอากาศแปรปรวนเกิดขึ้นมากที่สุด แม้แต่ความหนาแน่นของบรรยากาศชั้นนี้ก็ไม่เท่ากัน กล่าวคือ ที่ขั้วโลกจะมีความหนาราว 8 กม. ส่วนที่ศูนย์สูตรจะมีความหนาราว 20 กม. เนื่องจากความแตกต่างในเรื่องปริมาณความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ จึงทำให้เกิดกระแสอากาศบางแห่งถูกยกตัวขึ้น และขณะเดียวกันบางแห่งก็จะมีกระแสอากาศจมตัวลง สิ่งสกปรกที่แขวนลอยอยู่ในชั้นล่างบรรยากาศ จะถูกพัดพาขึ้นไปในระดับสูงส่วนใหญ่ เนื่องจากขบวนการพาความร้อน

ในตอนกลางวันอากาศ เมื่อได้รับความร้อน จะลอยตัวสูงขึ้น สู่เบื้องสูง แต่พอตอนกลางคืนบริเวณพื้นผิวของโลกจะเย็นลง และอาจจะทำให้เกิดขบวนการอุณหภูมิกลับเบื้องล่างเกิดขึ้นด้วย เหตุนี้เองในช่วงตอนกลางคืน ถ้าอนุภาคของสิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่ปล่อยออกมาจากปล่องไฟหรือจากแหล่งอื่น ๆ ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศที่อยู่โดยรอบ อนุภาคและก๊าซปล่อยออกมานั้นจะมีอุณหภูมิลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว จากการดูดรับความร้อนของอากาศที่อยู่โดยรอบ ดังนั้นหลังจากอนุภาคและก๊าซลอยขึ้นไปจากปล่องไฟเพียงเล็กน้อย มันก็ไม่สามารถจะลอยตัวต่อไปได้อีก และจะถูกอากาศที่เย็นดักจับเอาไว้ ในบางคืนของฤดูหนาวที่ท้องฟ้าแจ่มใส และลมสงบจะทำให้การคายความร้อนของโลกกระทำได้อย่างรวดเร็ว และทำให้เกิดอุณหภูมิกลับเบื้องล่างเกิดขึ้น การเกิดอุณหภูมิกลับเบื้องล่างนี้ จะปรากฏสูงจากพื้นดินขึ้นไปไม่เกิน 100 เมตร แต่บางครั้งอาจจะมีบ้างที่ขบวนการเกิดอุณหภูมิกลับเบื้องล่างปรากฏสูงจากพื้นดินขึ้นไป 200 -300 เมตร

การเกิดอุณหภูมิกลับเบื้องล่างนี้จะทำให้เกิดอากาศจมตัวลงมา และการจมตัวจะพบอยู่ในเขตความกดอากาศสูงกึ่งเขตร้อนด้วย ในช่วงที่เกิดแอนติไซโคลนในเขตละติจูดกลางทำให้อากาศเย็นเบื้องบนจมตัวลงมา ซึ่งลักษณะอากาศดังกล่าวจะมีผลต่อสภาพมลภาวะที่เกิดขึ้นในบรรยากาศมาก

การแพร่กระจายของมลภาวะในแนวนอน

การแพร่กระจายของมลภาวะของอากาศในแนวนอนจะพบอยู่ในชั้นบรรยากาศที่ต่ำ ซึ่งจะสังเกตุเห็นได้อย่างง่าย ๆ จากระบบลมที่พัดอยู่บนผิวโลก โดยทั่วไปแล้วอัตราการรวมตัวกันของมลภาวะของอากาศจากแหล่งกำเนิดที่เกิดต่อเนื่องกันจะมีปริมาณผกผันกับความเร็วของลมที่พัด การล่องลอยของมลภาวะที่อยู่ในอากาศไปตามลมจะต้องทำการศึกษาติดต่อกันเป็นเวลาหลาย ๆ ปี

จากการตรวจสอบปริมาณก๊าซกำมะถันไดออกไซด์ ที่กระจายอยู่ในบรรยากาศเหนือเมืองรอตเตอร์ดัมตลอดระยะเวลา 6 ปี ชมิดท์และเวลด์ (Schmidt and Velds : 1969) พบว่าจะมีปริมาณลดลง การลดลงของก๊าซกำมะถันไดออกไซด์ มิใช่ลดลงเนื่องมาจากการปรับขบวนการผลิต ทางด้านการอุตสาหกรรม หรือควบคุมการแพร่กระจายของก๊าซดังกล่าวแต่อย่างใด แต่เกิดจากสภาพความแปรปรวนของอากาศ และลมที่พัดผ่านบริเวณนี้เป็นสำคัญ สคอเนอร์ (Scorer : 1968) ได้ตรวจพบว่าบริเวณที่ตั้งของโรงงานผลิตปุ๋ยเคมี ที่เมอร์เซย์ไซด์ของอังกฤษในช่วงที่มีลมประจำพัดผ่านจะทำให้อากาศในแถบนั้นบริสุทธิ์ขึ้น และก่อให้เกิดสภาพอากาศปั่นป่วนขึ้นด้วย ซึ่งจะช่วยในการแพร่กระจายของมลภาวะในอากาศของบริเวณนั้นออกไปยังบริเวณอื่น

การแพร่กระจายของอนุภาคสิ่งสกปรกต่าง ๆ จะล่องลอยไปตามลมได้ไกลเป็นระยะทาง 20 เท่า ของความสูงของปล่องไฟ ส่วนการแพร่กระจายของก๊าซนั้นจะไปได้ไกลกว่าอนุภาคของสิ่งสกปรกอื่น ๆ การเคลื่อนที่ของกลุ่มควันจากปล่องไฟจะขึ้นอยู่กับการผันแปรของความเร็ว และอุณหภูมิของลมทั้งการกระจายของอุณหภูมิของอากาศในแนวตั้งด้วย

จากรูปที่ 2.1 จะแสดงให้เห็นรายละเอียดเกี่ยวกับอัตราความเจือจางของมลภาวะของอากาศ เมื่อห่างจากปล่องไฟออกไป กลุ่มก๊าซและอนุภาคสกปรกทั้งหลายขณะที่ล่องลอยไปตามลม เมื่อห่างจากปล่องไฟ จะมีบางส่วนที่ฟุ้งกระจายลงมาติดกับพื้นดิน ปริมาณก๊าซจะรวมตัวกันอย่างมากที่สุด บริเวณตอนกลางของกลุ่มควัน และจะค่อย ๆ ลดปริมาณลงเมื่อออกไปยังขอบของกลุ่มควันที่ลอยไป การรวมตัวของก๊าซในบรรยากาศใกล้ ๆ กับปล่องไฟเข้ามาในช่วงที่มีลมพัดจะมีปริมาณน้อยมาก

การกระจายตัวของสารมลพิษในบรรยากาศ อุณหภูมิเป็นองค์ประกอบสำคัญซึ่งควบคุมกลไกนี้ หากยึดถือการแบ่งชั้นตามอุณหภูมิเป็นพื้นฐาน จะแบ่งบรรยากาศออกได้เป็น 4 ชั้นได้ดังนี้ (รูปที่)

ก. ชั้นโทรโพสเฟียร์ (Troposphere) เป็นชั้นที่อยู่ประชิดผิวโลก ยิ่งระดับสูงขึ้นอุณหภูมิจะเย็นลงเป็นลำดับ คือจะลดลงในอัตราประมาณ 6.5 องศาเซลเซียลต่อกิโลเมตร อากาศที่เย็นลงเมื่ออยู่สูงขึ้นไปจะมีการกระจายตัว หรือเคลื่อนไหวในแนวดิ่ง จึงมีการผสมผสานกันเป็นอย่างดีพอสมควร บรรยากาศชั้นนี้ในแถบเส้นศูนย์สูตรมีความสูงประมาณ 15 กิโลเมตร ส่วนบริเวณขั้วโลกทั้งสองจะสูงเพียง 10 กิโลเมตร

ข. ชั้นสตราโทสเฟียร์ (Stratosphere) เป็นชั้นบรรยากาศที่ 2 ที่มีระดับความสูงประมาณ 50 กิโลเมตร บรรยากาศชั้นนี้ยิ่งสูงขึ้น อุณหภูมิจะสูงขึ้นตามลำดับจนกระทั่งถึง 270 องศาเคลวิน

หรือใกล้ศูนย์สูตรองศาเซลเซียล ในบรรยากาศช่วงนี้มีก๊าซโอโซน (Ozone) เกิดขึ้นตามธรรมชาติแผ่เป็นชั้น จึงนิยมเรียกส่วนนี้ว่าชั้นโอโซน (Ozone Layer) ก๊าซนี้ทำหน้าที่ดูดซึมบางส่วนของรังสีดวงอาทิตย์ โดยเฉพาะบางส่วนของรังสีอัลตราไวโอเลต จึงมีผลทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น อากาศในชั้นนี้จึงไม่เคลื่อนที่ในแนวดิ่ง เป็นเหตุมิให้มีการผสมผสานในบรรยากาศตามควร

ช่วงต่อระหว่างส่วนล่างของสตราโทสเฟียร์ และโทรโพสเฟียร์ เรียกว่า โทรโพพอส (Tropopause) เป็นชั้นที่มีความสูงระยะสั้น ๆ ที่มีอุณหภูมิคงที่

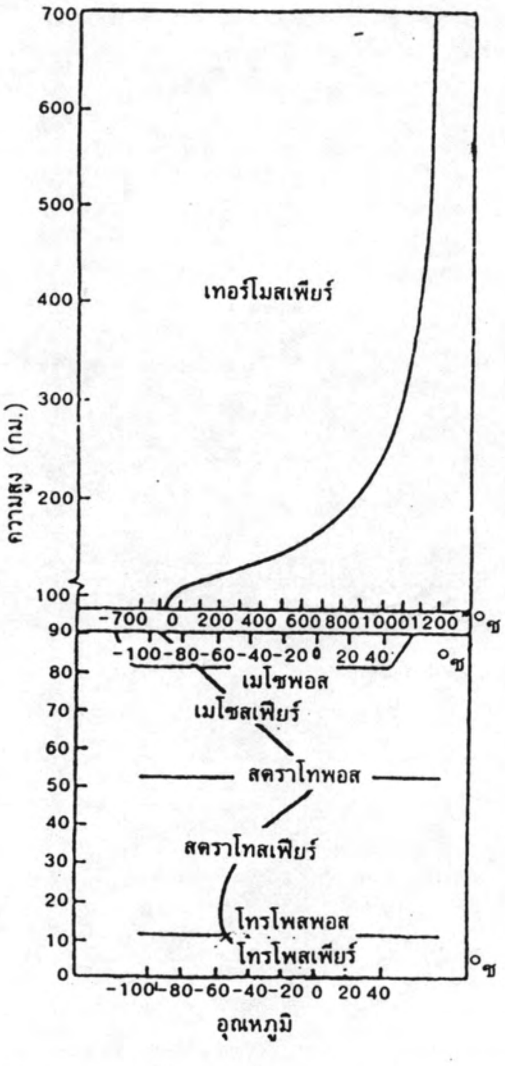
ค. ชั้นเมโซสเฟียร์ (Mesosphere) เป็นชั้นบรรยากาศที่เย็นที่สุด ยิ่งความสูงเพิ่มขึ้นอุณหภูมิจะลดลง ในระดับความสูง 85 กิโลเมตร โดยประมาณ อุณหภูมิจะลดลงถึง 175 องศาเคลวิน หรือ -98 องศาเซลเซียล ลูกอุกกาบาต (meteors) มักจะเริ่มลุกเป็นไฟ เมื่อเข้าสู่บรรยากาศชั้นนี้

ช่วงต่อระหว่างชั้นสตราโทสเฟียร์ กับ เมโซสเฟียร์ จะมีชั้นย่อย เรียกว่า สตราโทพอส (Stratopouse) ซึ่งมีอุณหภูมิคงที่ตลอดความสูง เช่นเดียวกับโทรโพพอส

ง. ชั้นเทอร์โมสเฟียร์ (Thermosphere) หรือบางครั้งเรียกชั้นไอโอโนสเฟียร์ (Ionosphere) เป็นบรรยากาศชั้นสูงสุด ซึ่งอุณหภูมิจะสูงขึ้นตามระดับความสูง และจะมีอุณหภูมิเกิน 1000 องศาเคลวิน รังสีเอกซ์ และรังสีอัลตราไวโอเลต จากดวงอาทิตย์ จะทำให้ อิเล็กตรอนจากอะตอมและโมเลกุลหลุดออกเป็นอิสระ เกิดการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้า และเคมีต่อโมเมกุลของก๊าซในบรรยากาศชั้นนี้ จึงเกิดสมบัติในการนำไฟฟ้า และการสะท้อนคลื่นวิทยุเอเอ็ม กลับไปยังโลก

ลมเป็นผลลัพธ์ที่เกิดจากความกดอากาศ แรงคอริโอลิส (Coriolis) และแรงเสียดทานความกดอากาศเกิดโดยตรง จากเขตความกดสูง และความกดต่ำ ในบรรยากาศในครึ่งโลกเหนือลมจะพัดพาทวนเข็มนาฬิกา รอบ ๆ ศูนย์ความกดต่ำ ขณะที่ครึ่งโลกใต้ลมจะพัดตามเข็มนาฬิกาในโลกส่วนกลาง (middle latitude) ศูนย์ความกดต่ำเรียกว่า ไซโคลน (Cyclones) ส่วนศูนย์ความกดสูงเรียกว่า แอนตี้ไซโคลน (Anticyclones)

ความเร็วลมที่ระดับต่าง ๆ จะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของพื้นผิวโลก และเวลาของวันผลของลักษณะพื้นผิวโลกที่มีต่อความเร็วลม ที่ระดับต่าง ๆ เมื่อผิวโลกราบเรียบ การไหลของอากาศจะสม่ำเสมอ เส้นความเร็วลมที่ระดับต่าง ๆ จะชันมากใกล้ผิวโลก สำหรับผิวที่ขรุขระกว่าจะมีความแปรปรวนทางกลเกิดขึ้น ทำให้เส้นความเร็วลมที่ระดับต่าง ๆ ชันน้อยกว่า



รูปที่ 2.2 ชั้นของบรรยากาศจำแนกตามอุณหภูมิ

ที่มา : Seinfeld, 1975

2.7 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Chandler 1961, Clarke 1969 ได้แสดงให้เห็นลักษณะการเปลี่ยนแปลงระบบการหมุนเวียนของอากาศในนครซินซินนาติ(Cincinnati) กล่าวคือเกาะความร้อนที่เกิดขึ้นจะช่วยให้เกิดลมพัดผ่านเมืองเข้าไปในย่านที่มีสิ่งก่อสร้างหนาแน่น

Schmidt 1963 ได้วัดความเร็วของลมในบริเวณโรงกลั่นน้ำมันที่มีพื้นที่ 4 ตารางกิโลเมตร ในประเทศเนเธอร์แลนด์ พบว่าในช่วงที่ท้องฟ้าแจ่มใสอากาศที่อยู่บริเวณศูนย์กลางนครจะลอยตัวขึ้นเบื้องบน ซึ่งจะทำให้มีกระแสลมพัดเข้าสู่ศูนย์กลางของนครด้วยความเร็วราว 15 ซม. ต่อวินาที

Garnett 1957 ยอมรับว่ามลภาวะของอากาศจะเกิดขึ้นจากอิทธิพลของปัจจัยทางด้านภูมิศาสตร์ 3 ประการคือ

1. มนุษย์ และกิจกรรมทางด้านเศรษฐกิจที่กำหนดให้เกิดการกระจายของที่อยู่อาศัย การอุตสาหกรรม และยวดยานพาหนะ ซึ่งสิ่งดังกล่าวเป็นตัวการทำให้เกิดมลภาวะขึ้นในอากาศ

2. เมื่อเกิดมลภาวะขึ้นในบรรยากาศ บรรยากาศเองจะเป็นตัวการที่ช่วยทำให้ความเข้มข้นของการเกิดมลภาวะลดน้อยลง ดังนั้นอากาศจึงเป็นตัวควบคุมลักษณะของมลภาวะที่จะเกิดขึ้นที่สำคัญ นอกจากนี้อากาศยังเป็นตัวช่วยในการแพร่กระจายมลภาวะจากแหล่งกำเนิดไปยังบริเวณอื่นอีกด้วย

3. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างการแพร่กระจายของมลภาวะกับบรรยากาศจะผันแปรไปตามความต่างระดับของท้องถิ่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งมลภาวะของอากาศที่เกิดขึ้นตามหุบเขา

Cramer 1959 ได้อ้างไว้ว่า จากผลการทดลองระเบิดปรมาณูจะทำให้สิ่งสกปรกต่าง ๆ แปลกปลอมเข้าไปในบรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์เป็นจำนวนมาก และมีเพียง 1-5% เท่านั้น ที่ตกกลับลงมายังพื้นโลก ในช่วงระยะเวลา 30 วัน หลังจากการทดลองผ่านไป

Pack 1964 การทำให้สภาพมลภาวะของอากาศเจือจางลงของบริเวณใดบริเวณหนึ่งจะขึ้นอยู่กับสภาพทางอุตุนิยมวิทยาที่ปรากฏอยู่เป็นประจำในบริเวณนั้น ๆ การกระทำดังกล่าวจะทำให้สิ่งสกปรกในบรรยากาศถูกพาออกไป หรือแพร่กระจายออกไปยังบริเวณอื่น ซึ่งสิ่งสกปรกที่อยู่ในบรรยากาศนั้นอาจจะถูกพาออกไปในแนวนอน หรือแนวตั้งก็ได้

Absalom 1954, Meetham 1955 ได้ชี้ให้เห็นว่า อัตราความเข้มของการเกิดมลภาวะของอากาศในอังกฤษจะปรากฏในบริเวณศูนย์กลางการเกิดแอนติไซโคลน

Hozworth 1962 คุณภาพของอากาศต่ำ จะเกิดขึ้นในช่วงลมสงบ และเกิดความกดอากาศสูงขึ้น ทั้งนี้เพราะอากาศที่จมตัวลงมาจะกีดขวางอากาศอุ่นใกล้ผิวดิน ที่จะลอยตัวขึ้นไป และจะเอาสิ่งสกปรกและก๊าซใกล้ผิวดินลอยตัวสูงขึ้นไปด้วย

Wanta 1962 กล่าวไว้ว่า "ผังลม (Wind rose) จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่ทำให้ทราบการแพร่กระจายของมลภาวะที่เกิดขึ้น"

Scorer 1968 ได้ตรวจพบว่า บริเวณที่ตั้งของโรงงานผลิตปุ๋ยเคมีที่เมอร์เซย์ไซด์ของอังกฤษ ในช่วงที่มีลมประจำพัดผ่าน จะทำให้อากาศในแถบนั้นบริสุทธิ์ขึ้น และก่อให้เกิดสภาพอากาศปั่นป่วนขึ้นด้วย ซึ่งจะช่วยในการแพร่กระจายของมลภาวะในอากาศของบริเวณนั้นออกไปยังบริเวณอื่น

ลอว์เรนส์ (Lawernce : 1954) กล่าวว่าสถาปนิก และนักวิศวกร ต้องมีความรู้เกี่ยวกับภูมิอากาศวิทยา ทั้งนี้เพื่อจะสร้างหรือออกแบบที่อยู่อาศัยให้เหมาะสมกับสภาพลมฟ้าอากาศ เพื่ออำนวยความสะดวกสบายแก่ผู้ที่เข้ามาอยู่อาศัย

เพดจ์ (Page : 1972) ในการวางผังสิ่งก่อสร้างในเมือง จะประสบความสำเร็จหรือไม่ ผู้ที่ดำเนินการวางผังต้องมีความรอบรู้ เกี่ยวกับสภาพอากาศภายในเมืองด้วย

	ขนาดใหญ่ (ระดับภูมิภาค)	ขนาดท้องถิ่น (เมืองหรือสถานที่ตั้ง)	ขนาดเล็ก (รอบๆ บนหรือในสิ่งก่อสร้าง)
การวางผังระดับภูมิภาค	สำคัญมาก	สำคัญ[1]	สำคัญน้อย
การวางผังเมือง	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญ
การเลือกที่ตั้งและการออกแบบสิ่งก่อสร้าง	สำคัญ[2]	สำคัญ	สำคัญมาก

[1] ขนาดท้องถิ่น จะมีความเด่นมากในบริเวณภูมิประเทศที่ขรุขระ

[2] ขนาดใหญ่ จะมีความเด่นมาก สำหรับอาคารที่ได้มาตราฐาน และถูกต้องตามกฎหมายที่ได้วางไว้

ตารางที่ 2.7 แสดงสรุปการเปรียบเทียบลักษณะของอากาศทั่วไประหว่างในเมืองและชนบท

ชนิดของสารประกอบ	เปรียบเทียบกับสภาพแวดล้อมในชนบท
สิ่งสกปรก	
อนุภาคฝุ่นละออง	มากกว่า 10 เท่า
กำมะถันไดออกไซด์	มากกว่า 5 เท่า
คาร์บอนไดออกไซด์	มากกว่า 10 เท่า
คาร์บอนมอนอกไซด์	มากกว่า 25 เท่า
การแผ่รังสีความร้อน	
พลังงานความร้อนตามพื้นผิวรวม	น้อยกว่า 15-20%
รังสีอุลตร้าไวโอเลต(ฤดูหนาว)	น้อยกว่า 30%
รังสีอุลตร้าไวโอเลต(ฤดูร้อน)	น้อยกว่า 5%
รูปแบบของการกลั่นตัว	
เมฆ	มากกว่า 5-10%
หมอก((ฤดูหนาว)	มากกว่า 100%
หมอก(ฤดูร้อน)	มากกว่า 30%
หยาดน้ำฟ้า	
ปริมาณหยาดน้ำฟ้ารวม	มากกว่า 5-10%
วันที่ฝนตกเกิน 5 มม.	มากกว่า 10%
อุณหภูมิ	
เฉลี่ยตลอดปี	มากกว่า 0.5-0.8%
อุณหภูมิต่ำสุด (ฤดูหนาว)	มากกว่า 1-1.5%
ความชื้นสัมพัทธ์	
เฉลี่ยตลอดปี	น้อยกว่า 6%
ฤดูหนาว	น้อยกว่า 2%
ฤดูร้อน	น้อยกว่า 8%
ความเร็วของลม	
เฉลี่ยตลอดปี	น้อยกว่า 20-30%
ลมพัดแรง	น้อยกว่า 10-20%
ลมสงบ	มากกว่า 5-20%